此呼彼应

开放式传输网络（OTN）

把您的全部世界建在光纤上

通信无界限

上海西门子数字程控通信系统有限公司
www.siemens-enterprise.com/cn

SIEMENS

OTN产品介绍 | 目录

第 1 章 | 引言 1-3

1.1 什么是OTN? 1-3
1.2 OTN特点 1-4

第 2 章 | 描述 2-6

2.1 OTN系列 2-6
2.2 OTN架构 2-6
2.3 节点构造 2-6
2.4 连接类型 2-7
2.5 接口类型 2-7

第 3 章 | 运行 3-8

3.1 OTN-150和OTN-600的运行 3-8
3.1.1 功能框图 3-8
3.1.2 光纤布置 3-8
3.1.3 传输机制 3-8
3.1.4 系统容错和恢复 3-9
3.2 OTN-X3M 622/2500/10G的运行 3-10
3.2.1 功能框图 3-10
3.2.2 光纤布置 3-11
3.2.3 传输机制 3-11
3.2.4 系统容错和恢复 3-12
3.2.5 硬件冗余 3-13

第 4 章 | 网络管理 4-14

4.1 简介 4-14
4.2 操作 4-14
4.2.1 硬件与软件 4-14
4.2.2 OMS服务器 4-14
4.2.3 OMS客户端 4-14
4.2.4 可能的配置 4-15
4.3 特点 4-15
4.3.1 硬件管理 4-15
4.3.2 连接管理 4-15
4.3.3 数据库管理 4-15
4.3.4 图形用户界面 4-15
4.3.5 监视和错误报告 4-15
4.3.6 记录网络事件 4-15
4.3.7 离线操作 4-15

第 5 章 | OTN 视频功能 5-16

5.1 OTN视频功能详细描述 5-16
5.2 OTN-150/600或OTN-X3M将模拟视频输入切换为模拟视频输出 5-16
5.3 OTN-X3M（M-JPEG 和 MPEG）将模拟视频输入切换为数字视频输出 5-16
5.4 OTN-X3M（H.264）将模拟视频输入切换为数字视频输出 5-16
5.5 OTN-X3M上的IP视频输入和输出 5-17
5.6 OVS框图 5-18

第 6 章 | 应用范围 6-19

6.1 OTN运行环境 6-19
6.2 OTN应用 6-19
6.2.1 地铁与轻轨 6-19
6.2.2 铁路（客运 - 货运） 6-20
6.2.3 采矿 6-21
6.2.4 管道 6-22
6.2.5 智能交通系统（ITS） 6-23
6.2.6 输配电网 6-24
6.2.7 重工业/化工厂 6-25
6.2.8 港口 6-25
6.2.9 机场 6-26
6.2.10 安防与监控网络 6-26
6.2.11 自动化 6-27
6.2.12 语音专网 6-27
6.2.13 有线电视网 6-27
6.2.14 校园网 6-27

第 1 章 | 引言

众所周知，光缆较之铜缆有很多优势，包括理想的电磁隔离特性、质量轻、体积小、卓越的传输安全性以及更好的带宽/距离性能比。

光纤技术催生了新一代的专用网络和工业网络，提供更大的带宽、更高的可靠性，同时极大地增加了地理覆盖范围。

OTN或曰“开放式传输网络”是一种基于最新光纤技术的传输系统，专为满足工业环境的需求而设计。

工业网络的特点是多种通信业务混杂。在此，各种通信业务种类，如以太网、数据、视频、语音、音频等交织在一起。各种业务对工业骨干网络的可靠性和发生故障时的弹性恢复能力要求非常高，不允许出现网络中断。同时出于对经济指标的考虑，需要降低网络运营成本。工业用户还要求其设备具有很高的稳定性指标，安装方便，使用简单，而且设备使用周期能够达到10-15年或更长。

OTN满足此类环境条件下的所有需求。

1.1 什么是OTN?

OTN是名副其实的：

开 放	可以通过其多种接口卡板处理几乎所有的物理接口。
传 输	在整个网络中完全透明地承载各种信息的传输（如语音、数据、数字视频和LAN）。
网 络	基于面向未来的网络基础架构和光纤技术，传输距离几乎没有限制。

OTN是多种业务混合传输和延伸网络条件下的理想解决方案，满足地铁、铁路、轻轨、高速公路、采矿、机场、石油、天然气或供水管道、电力输配电网以及石化等行业要求。

图 1.1：OTN的主要成功因素

OTN安全的投资

当今“信息时代”，通信基础设施必须适应市场需求的迅速变化（例如增加视频应用等）。OTN伴随着这些新需求和新业务而稳步发展。通过简单地添加接口卡板，OTN可以轻松扩大应用范围，并接受时间的考验。

OTN系统有150/155Mbps、600/622Mbps、2.5Gbps和10Gbps版本，满足不同的带宽要求，并且可以平滑地升级。

OTN优势

与语音、数据、LAN和视频传输单独组网比较，或与目前仍在使用的传统数字传输系统比较，OTN系统具有更多的优势：

- 不同业务共享设备和光纤所带来的经济性；
- 适应各种应用环境、保护现有设备投资；
- LAN可以全带宽互连；
- 不同业务专享在网络中为其设定的专有带宽；
- 透明连接，网络与各种协议深层的变化无关；
- 轻松和简单的通信布线，易于管理和维护；
- 网管系统简单易用，操作人员只需参加短期培训；
- 突出的经济性，一个网络承载全部业务，同时又可以对各个业务传输进行物理隔离。

OTN系统的适应性

OTN拥有众多种类的业务接口卡板，并适时为满足发展中的行业标准研发新的接口卡板。适应变化中的市场需求，OTN是一个非常理想的平台。

1.2 OTN特点

最大的网络可用性

OTN的双纤环形结构在故障状态下实现全自动网络重构，将系统不可用时间降至最低。即使在二点故障时，网络自愈时间也非常短，语音通话在网络自愈过程中不会被中断。

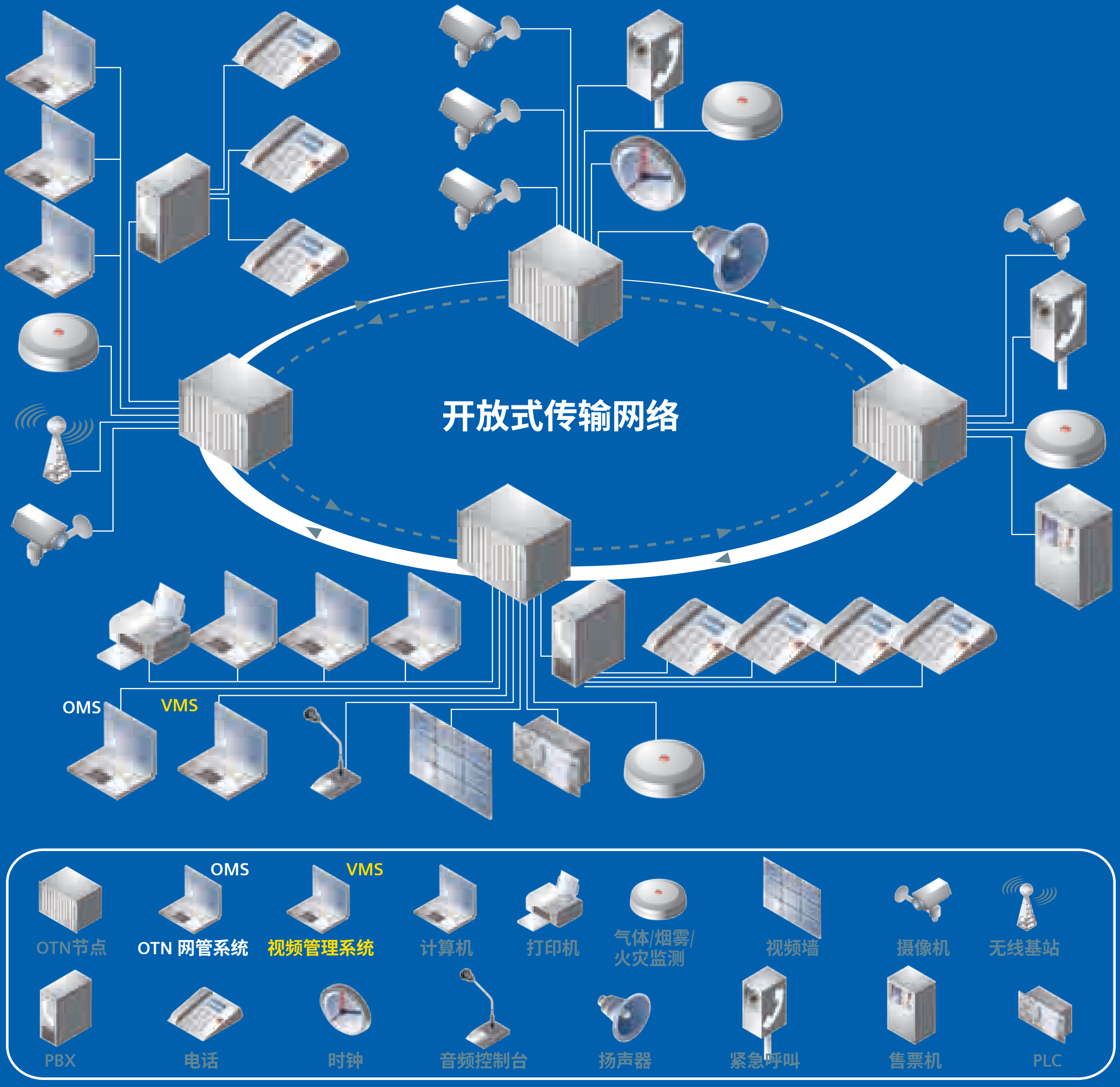


图 1.2：OTN环境

系统在网络扩容、适配或维修过程中依然保持运行，这是由于：

- 自动网络重构

在断纤时，网络自动切换到备用环路或执行相邻节点光路环回而实现网络重构。

- 通用节点

对网络同步而言，每个节点都是一个潜在的主节点，即每个节点都可以生成与其它节点同步的帧。当担负同步任务的主节点退出时，其同步功能立即由另一节点接管。此外，系统在双重错误的情况下自动生成两个独立的网络，而这两个网络中的各自一个节点自动接管原主节点的同步任务。

- 自动启动程序

在电源故障、网络重构或新节点设备接入网络后，网络自动重启。

- 接口卡板

关闭接口卡板电源可以将接口卡板插入到节点或从节点中退出，而无需关闭整个节点。此时受影响的只是与该接口卡板的链路连接，网络其余部分仍然保持正常运行。

直接接入网络和有保证的带宽

OTN可以随时直接接入网络，无需较长的接入时间，并实现实时应用。

骨干网上的传输容量以半永久方式进行分配，每个业务都拥有自己的虚拟连接。这意味着分配好的带宽始终用于该业务传输，而与网络上的其他业务运行状态无关。

OTN为实时流量和基于分组的以太网流量提供最佳混合的固定带宽（恒定比特率）。

可靠的通信

OTN保证在办公室以及工业和交通环境条件下的可靠通信。

OTN采用光纤作为传输介质，与传统的铜缆相比具有更多优势。

- 抗电磁干扰（发射器和雷达信号中断、电力设备大功率倒换、相邻电缆、高压电缆等产生的电磁干扰），从而确保办公室和工业环境下非常可靠的通信。

- 与传统电缆（BER = 10^{-6}）比较，光纤的误码率（BER = 10^{-10} ... 10^{-12}）更低，保证非常可靠的通信。

接口卡板的多样性

OTN提供多种接口卡板以适应各种业务需求。接口卡板的多样性可以避免使用额外的转换设备，如协议转换器和其它转换设备。

OTN接口卡板的功能适用于：

- 局域网（如千兆以太网、快速以太网）
- 数据传输（如 RS232、RS422、RS485）
- 电话（如E1、T1、模拟和数字语音链路，包括2/4线，有或没有信令）
- 广播
- 视频应用（视频分配和视频监控，CCTV）

网络的地理覆盖范围

OTN网络可以覆盖非常大的传输距离（如1000km或更远）。

灵活的系统

- 灵活的带宽分配

高可用带宽允许复用大量低速和高速业务。可以通过添加接口卡板增加新业务，占有骨干网可用带宽（传输信道）为其分配的专有带宽。

- 简易的网络调整

由于采用模块化设计，系统可以轻松扩容。如果节点本身有空余接口插槽，直接插入一个或多个新接口卡板即可扩展节点功能，也可以在环路中添加新的节点设备实现网络扩容。由于系统本身具有的网络自动重构能力，扩容过程中造成的环路中断不会影响原有连接设备之间的通信。

快速的故障检测和方便的网络恢复

系统对任何光路故障和接口卡板错误均可以提供集中告警和本地告警信息。

- OTN 网管系统（OMS）

系统的集中告警信息在OMS上显示。OMS不间断地监控网络并接收不同节点及其相关接口卡板的运行状态数据。一旦报错，告警信息直接指示故障性质和位置，便于在第一时间排除故障。

- 可视指示

节点本身显示故障信息。网卡前面板上的LED显示屏显示光路和节点运行状态，接口卡板上的LED指示灯显示该接口卡的运行状态，同时BORA板显示屏以字母形式显示故障位置。

- 模块化结构

卡板故障而产生OMS告警信息，可以通过替换卡板迅速解决问题。

第 2 章 | 描述

2.1 OTN系列

OTN拥有下列几种网络数据速率版本：

- 150 Mbps (OTN-150)
- 155 Mbps (OTN-155 (STM1,OC3c))
- 600 Mbps (OTN-600)
- 622 Mbps (OTN-X3M-622 (STM4c, OC12c))
- 2.5 Gbps(OTN-X3M-2500 (STM16c, OC48c))
- 10 Gbps(OTN-X3M-10G (STM64c, OC192c))

2.2 OTN架构

如图2.1所示，OTN网络架构基于5个主要系统组件：

- 光缆基础架构；①
- OTN节点；②
- OTN公共逻辑卡板；③
- OTN接口卡，为业务提供系统接入；
- 网络管理系统，亦称OMS（OTN管理系统）。

双环路

网络中的OTN节点以点到点双光纤链路方式进行互连，从而形成2个光纤反向旋转环路。

正常运行状态下，网络连接设备的所有数据在一个环路中传输，第二个环路备用。备用环路与主环保持同步，并监控备用通道的可用性。第二个环路作为备用，在紧急状况时完全接管所有数据传输。

2.3 节点构造

OTN-150/600包括N22和N215二个可兼容节点类型（见图2.2）。为了降低空间要求，在OTN-600网络中亦可以使用N2021和N2021R节点，而N2021和N2021R节点已将不同的接口集成在板卡上。

OTN-X3M 622/2500/10G包括两个可兼容节点类型：N42C和N415。

模块化结构

OTN节点基于19"机架式机框（标准的双欧式卡大小）。该节点可以配备不同的业务接口模块，容量为4槽位（N215节点、N415节点）或8槽位（N22节点、N42C节点）。所有模块都是插件式，而插件模块的前面板亦构成OTN节点的前面板。

N415、N215和N22节点的主要模块是电源（可冗余）和带有两个光收发器模块的公共逻辑卡，N42C节点还可以采用冗余的公共逻辑卡。

公共逻辑卡

公共逻辑卡，也称为BORA（宽带光环适配器），采用时分复用（TDM）技术并把接收到的信息发送到相应的接口卡，或将接口卡板接收到得数据发送到光收发器模块。

公共逻辑卡同时执行各种系统功能算法，如系统重新配置和同步。该卡配置的内存RAM可以永久存储通道链接形式并具有断电保护措施。

因此，每个节点都是智能型的，网络可以在发生断纤等故障时快速自愈（OTN-150/600的自愈时间为50至120ms，OTN-X3M的自愈时间则小于100ms），无需任何外部或网管系统干预。完全或部分断电恢复后，系统无需OMS干预可以自行重启网络，在执行完自检后，网络即刻投入工作。

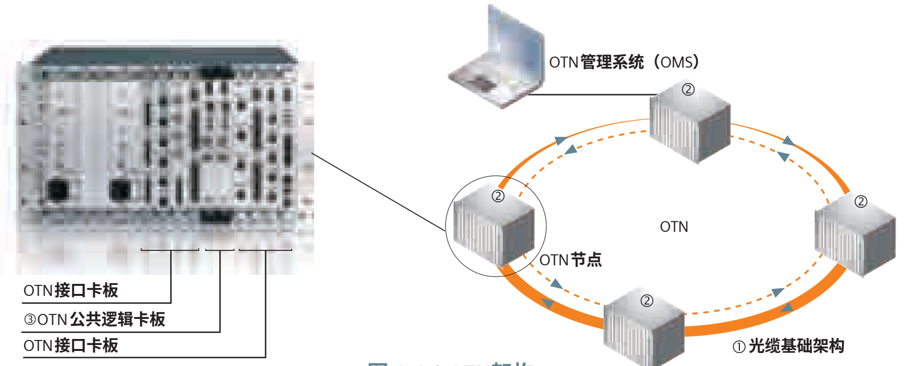
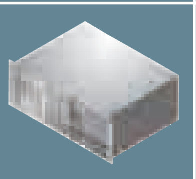


图 2.1：OTN架构

OTN-150/600节点	OTN-X3M节点
N22节点（S30826-B3-X） 1个BORA插槽 8个接口插槽 高度：6HU 	N42C节点（S30826-B30-X） 2个（冗余）BORA插槽 8个接口插槽 高度：6HU
N215节点（S30826-B16-X） 1个BORA插槽 4个接口插槽 高度：3HU	N415节点（S30826-B22-X） 1个BORA插槽 4个接口插槽 高度：3HU

BORA：宽带光环适配器 OTN公共逻辑卡　　PSU：电源单元　　FAN：带双控制模块的风扇单元

图 2.2：N22、N215、N42C和N415节点配置

光收发器模块
取决于传输距离、所需系统带宽以及光缆参数，OTN可以使用不同的光收发器。

光收发器安装在BORA卡板上，配备可替换的光模块。执行光发送和接收、光电转换、编码（解码）和时钟恢复功能。

可用的光收发器类型有：

- 传统OTN光收发器：OTR（光收发器）模块，具有以下特征：
  - 适用于多模和/或单模光纤
  - 1310nm或1550nm波长
  - 不同的光预算
  - 150Mbps或600Mbps带宽

- 兼容SONET/SDH的光收发器
  - OTR155光收发器模块用于OTN-150/OTN-155网络，提供SONET制式的OC-3c（光载频）或SDH制式的STM-1（同步传输模块）连接。
  - BORA622-X3M采用OTR622SFP模块，提供SONET制式的OC-12c或SDH制式的STM-4c。
  - BORA-X3M/ETX/ULM采用OTR2500SFP模块，提供SONET制式的OC-48c或SDH制式的STM-16c。
  - BORA10G-X3M-ETX采用OTR10GXFP模块，提供SONET制式的OC-192c或SDH制式的STM-64c。

电源单元
电源单元为所有插件模块生成所需的电压：+5V、+12V和-12V。不同类型的电源模块适用于不同的节点设备。可配备不同的输入电源，包括交流和直流。

接口插槽
所有用户终端设备通过相应的接口卡板与OTN系统连接，接口卡板将接收到得信号转换为数字信号后插入到TDM帧中并发送到环路上，或从TDM帧中获取数字信号。接口卡板可以在开机状态下执行热插拔。

不同的接口卡板分别适用于LAN、语音、数据和视频业务。

如需了解接口卡板详情，请参考相关规范描述。

2.4 连接类型

OTN支持当今网络发展所呈现出的所有连接类型：

- 点对点

在点到点连接中，设备成对通信。例如电话分机与PBX通信，或终端和主机的连接。

- 总线

在总线连接中，很多设备以总线拓扑型式连接到同一总线上（例如以太网），设备能否接入媒介由访问协议控制。LAN是这些总线连接的典型示例。

- 广播

在广播连接中，数据通过媒介从主站向多个从站发送。如音频或视频广播。

- 多落点

在多落点连接中，数据通过媒介从主站向多个从站发送，从站也可以把数据发回主站。

2.5 接口类型

OTN（-X3M）具有各种业务接口。所有接口采用自身的基本型式（如双绞线、同轴电缆等）。所有业务可以与OTN（-X3M）节点直连，而无需进行协议转换或更改物理信号。

下列业务可以直接与接口卡板直连：

数据传输
- RS232
- RS422
- RS485（高达2 Mbps的小型网络）
- 64kbps （G.703）

局域网
- 10 Base以太网（10 Mbps）
- 快速以太网（100Base-T）（100 Mbps）
- 千兆以太网（1000Base-T）（1000 Mbps）

注意：
所有这些以太网业务在需要时都可以全速率运行，其传输与协议与任何高层协议无关。

模拟和数字电话：
- E1或T1中继
- FXS，FXO：2 线（a/b）模拟电话
- 2/4线E&M模拟语音（如模拟无线广播）
- S0数字（ISDN）电话
- $U_{P0(E)}$数字电话（西门子OpenScape）
- 广播：高质量音乐（包括立体声）或语音信息

注意：
网络可以用作分布式内置音频矩阵。

视频应用（视频监控和视频分配）：
- PAL（B/G）
- NTSC（M, CVBS）

可以采用H.264、MPEG2/4或M-JPEG压缩方式。

注意：
网络可以用作分布式内置视频矩阵。

（如需了解接口卡板的详细信息，请参见相关规范描述）

第 3 章 | 运行

3.1 OTN-150和OTN-600的运行

3.1.1 功能框图

OTN网络的节点之间采用双光纤连接并构成2个反向环路。图3.1显示一个由4个OTN节点组成的网络。

正常运行状态下，其中一个环路工作并承载数据传输，另一个备用。备用环路时刻处于被监视状态以保证随时投入运行。在主环发生故障时，备用环路接替主环工作并承载数据传输，并在收到网管系统发出新的变更指令前保持这一工作状态。

两个环路在功能设计方面是相同的，其初始设置是，主环在系统启动后承载数据传输。在图3.1中，主环是顺时针方向传递信息，而备用环路是逆时针方向的。

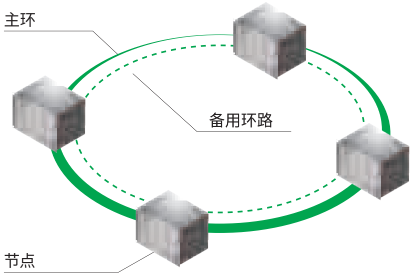


图 3.1：网络简图

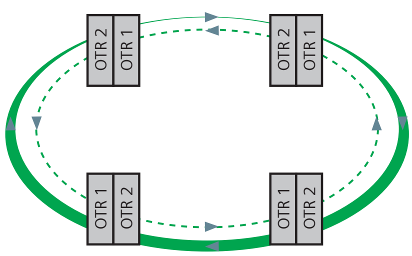


图 3.2：光纤布置

3.1.2 光纤布置

图3.1是一个网络简图，节点光收发器（OTR）的实际连接如图3.2所示。

一个OTR处理来自上一节点的接收端（R）以及到下一节点的发送端（TX）信息。OTR-1负责与下一个节点连接，而OTR-2保持与上一个节点通信。“ 下一个 ” 和 “ 上一个 ” 指主环上的数据传输方向。

这种布置的优势是在一个节点中可以配置不同类型的OTR，例如采用1310nm覆盖到上一节点的距离，而采用1550nm跨越到下一节点的更长距离。

3.1.3 传输机制

时分复用

环路中OTN节点间的通信基于时分复用（TDM），允许多个用户共享环路上的传输介质。

TDM把时域划分为重复的时长，称为帧，而帧可以进一步分为时隙。OTN的时隙长度为1位。相应时隙分配给业务应用以实现用户数据传输。

TDM帧以147.456Mbps或589.824Mbps总速率在主环和备用环路中循环传递。

TDM帧长为31.25μs，是电话通信所使用的125μs帧的四分之一，OTN-150为4608位，OTN-600为18432位。

“ 信道 ” 和 “ 帧位数 ” 对于OTN是等同的。

出于寻址目的，TDM帧分为384个信道组或位组。每个位组的位数同时在背板上提供。表3.1显示了有关OTN带宽的一些基本数据。

帧结构

图3.3显示了OTN帧结构。信道组位数取决于带宽类别。位地址由信道组号（0-383）和组内位编号（0-11, 0-47）组成。

弹性缓冲器

主节点中的弹性缓器区允许把环路循环周期调整为多个帧时长（nx31.25μs）。这样，全部帧始终在环路上流通，而与节点数量或光路径长度无关。环路上最少的TDM帧数为2个。

传输编码

为了确保自同步位流，光学收发器（OTR）采用线传输编码体系。该体系可生成更高的线传输速度。从介质中获取的连续信息需要与时钟同步，而编码位流自身含有时钟信息。表3.2列举了几种编码及其相应的线速度。

SDH收发器采用扰码技术来达到相同的目的。

带宽分配

业务所需的系统带宽由分配给业务的帧位数决定。由于帧时长为31.25 μs，因此帧中每位对应一个32kbps系统带宽。系统带宽由OMS分配给相关业务。

代码转换

输入到接口卡的信号被转换为二进位数字格式再插入到帧中。可以采用不同的转换方式。

- 模数转换

对于模拟语音，使用标准（A律）PCM模数转换。8位码字逐位插入帧中。当然也可使用其他类型的模数转换。

- 数字信号采样

对输入数据流进行采样，随后着将其插入OTN帧。

特征：	OTN – 150	OTN - 600
帧长度（位）：	4608	18432
位/位组：	12	48
开销位/帧：	55	151
净带宽（位/帧）：	4553	18281
净带宽：	145.696Mbps	584.992Mbps

表 3.1：OTN 特征

收发器类型：	编码	线路速度
光		
OTN150的光指标：	8B/10B	184.32Mbps(OTN-150)
OTN600的光指标：	16B/20B	737.28Mbps(OTN-600)
SONET/SDH		
OTN155的SFP光指标：	STM-1(OC-3)	155.52Mbps(OTN-150)

表 3.2：传输编码和线路速度

- 数字信号转换

接收到的信号以二进制位流传输（无需采样）。在某些情况下，信号在插入到分配给其的帧位之前，需要缓冲以匹配不同的速度。在接收卡板侧，进行反向转换，原始信号得以传输给所连接的终端设备。

信令

OTN以完全透明的方式传输数据。换句话说，原始信号不会改变。对于某些类型的业务，OTN提供状态告警或附加信令（如振铃、摘机），由此在帧中占用一些附加位。

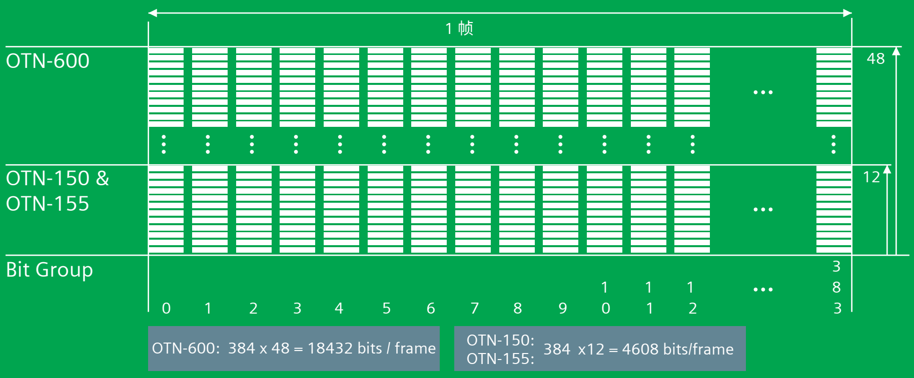


图 3.3：OTN帧结构

3.1.4 系统容错和恢复

使用并行光纤的双环路结构加上每个节点的控制算法，提供了一种独特的“ 热备用 ”或自愈能力。即使发生故障时，由于光纤传输路径的自动重构功能，系统仍将运行。

节点可以同时检测输入光信号丢失和失步。

每个节点根据自身的输入状态以及从其他节点处收到的信息，自主决定重新配置。

该机制确保所有节点切换到备用环路，或其中两个节点决定同时环回以创建新的逻辑环路。

OMS是否在线或者激活不会影响环路的重新配置。当然，系统重新配置时会通知OMS，OMS将做记录。在OMS的网络图中，故障或故障区间将以不同颜色显示。

网络自愈机制显示在图3.5-3.9中，表示OTN如何应对硬件故障或断纤。

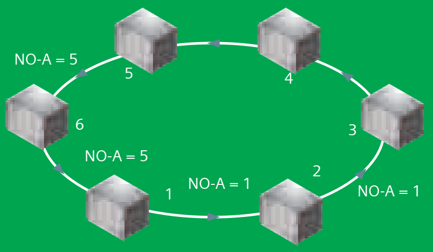


图 3.4：OTN环路启动

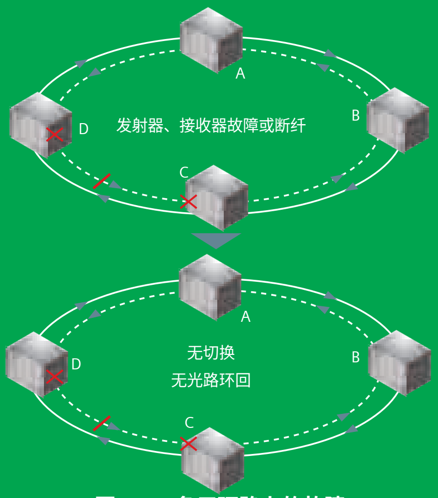


图 3.5：备用环路上的故障

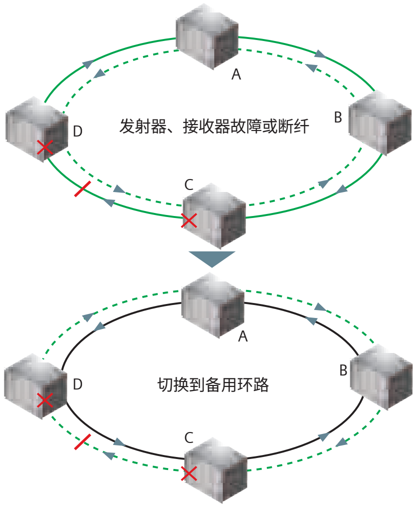


图 3.6：激活环路上的故障

备用环路故障

网络通常将运行在主环路上（图中为顺时针）。备用环路上的故障不会导致网络重新配置。但是该故障会显示在OMS屏幕上。

激活环路上的故障

激活环路上的故障（如断纤或光收发器故障）将迫使网络切换到备用环路（图中为逆时针）。所有节点检测到激活环路失步，据此自动切换到备用环路（参见图3.6）。

光缆中断

当双链路的两根光纤断路时，检测到故障的两个节点（如图3.7中节点D和C）将把收到的信息从它们的激活环路输入端环回到备用环路输出端，反之亦然。其他节点保持它们在激活环路上的传输。新的配置保持所有节点继续组成完整的“逻辑”环路。

节点故障

检测到故障节点时，与故障节点相邻的两个节点将执行环回。从激活环路中收到的信息被注入到备用环路（图3.8，节点C），反之亦然（节点A）。如此可以隔离故障节点，而且由二条光纤构成一个重叠环路。隔离故障节点的目的是形成一个逻辑环路。

多重故障

如果多重故障同时发生，环路将分为多个子环。每个子环路内节点间的所有连接仍然保持运行（见图 3.9）。

网络不可用

网络在重新配置（typ.<100ms）和启动（typ.<10s）过程中短时间内不可用。直到环路同步后，才会为接口提供带宽。

OMS和恢复

本节所描述的机制均无需OMS干预。有任何网络重新配置时，会通报给OMS。

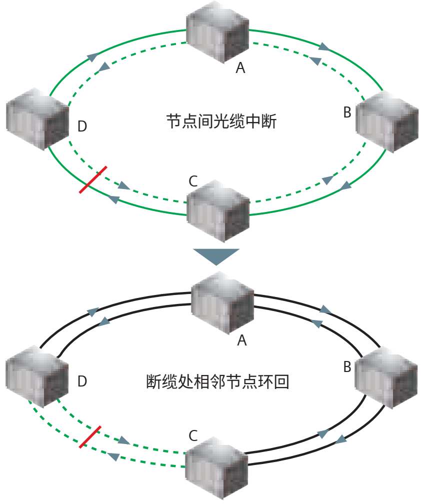


图 3.7：节点间光缆中断

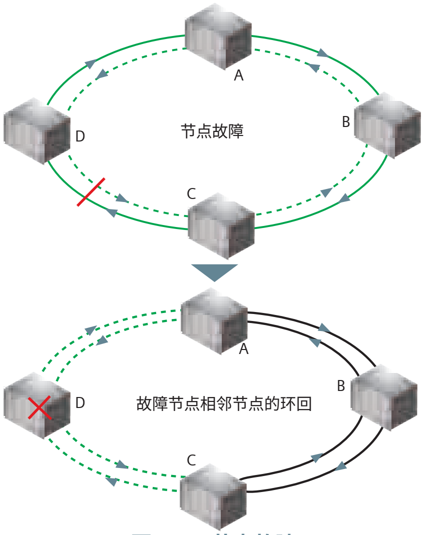


图 3.8：节点故障

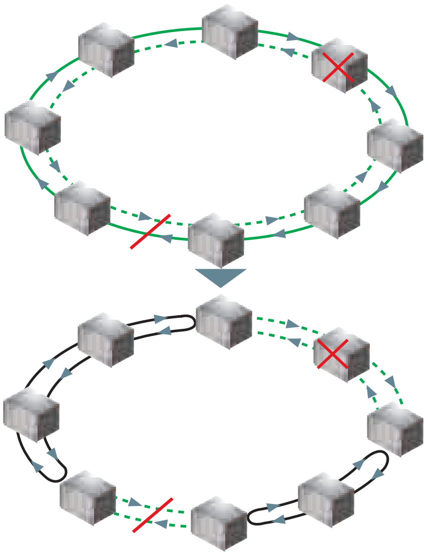


图 3.9：多重故障

3.2 OTN-X3M 622/2500/10G 的运行

3.2.1 功能框图

OTN-X3M网络在节点间采用双光纤链路并构成2个反向环路。图3.10显示了由4个OTN-X3M节点组成的网络。

正常运行状态下，其中一个环路工作并承载数据传输，另一个备用。备用环路时刻处于被监视状态以保证随时投入运行。

初始设置是，主环在系统启动后承载数据传输。在图3.10中，主环路沿顺时针的，而备用环路是沿逆时针方向传递信息。

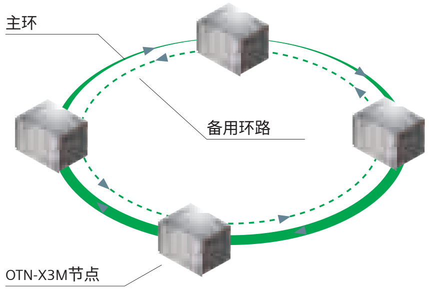


图 3.10：网络简化示意

3.2.2 光纤布置

图3.10是一个网络简化示意。节点OTR的实际连接如图3.11所示。

一个 OTR 处理来自上一节点的接收端（R）以及到下一节点的发送端（TX）信息。OTR-1负责与下一个节点连接，而OTR-2保持与上一个节点通信。“ 下一个 ” 和 “ 上一个 ” 指主环上的数据传输方向。

这种布置的优势是在一个节点中可以配置不同类型的OTR，例如采用1310nm覆盖到上一节点的距离，而采用1550nm跨越到下一节点的更长距离。

3.2.3 传输机制

时分复用

环路中OTN-X3M节点间通信基于时分复用（TDM），允许多个用户共享环路上的传输介质。

TDM把时域划分为重复的时长，称为帧，而帧可以进一步分为时隙。OTN-X3M的时隙长度为1位。多个时隙分配给业务应用以实现用户数据传输。

在内部，系统卡BORA采用32位宽的数据流在OTN-X3M环路和N42C或 N415节点背板之间交换数据。因此，OTN-X3M-2500帧可以表示为2304个环路时隙x32位的矩阵（见图3.12）。在一个确定的背板时隙中，帧中的任何位或字节可以分出到接口卡中，也就是说OTN-X3M与OTN-150/600中所述的“ 信道组 ” 概念不同（见图3.12）。图3.13显示了OTN-X3M-10G帧结构。

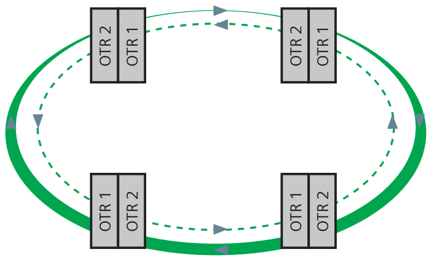


图 3.11：光纤布置

OTN-X3M-2500TDM帧以2359.296Mbps总速率在主用和备用环路中循环。其时长为31.25μs（即电话通信所使用的125μs帧长的四分之一），并包含用于OTN-X3M-2500的73728位。OTN-X3M-2500帧（73728）中的位数决定可以在网络上同时建立不同单个连接的最大理论值。由于实际业务连接通常要在帧中占用多个位，这个数字通常没有那么大，具体数字取决于该连接所需的传输容量。

表3.3显示了有关OTN-X3M中带宽的一些基本数据。

弹性缓冲器

主节点中的弹性缓冲器允许把环路循环周期调整为多个帧时长（nx31.25μs）。这样，全部帧始终在环路上流通，而与节点数量或光路径长度无关。环路上最少TDM帧数为2个。

传输编码

OTN-X3M-622采用标准SDH/SONET的STM4/OC12成帧进行数据传输和时钟恢复。OTN-X3M-2500采用标准SDH/SONET的STM16/OC48成帧，而 OTN-X3M10G使用标准SDH/SONET的STM64/OC192成帧。成帧器以级联模式运行，这意味着SDH/SONET总传输容量用作一个块，而不是单个虚容器（如VC4）（见表 3.4）。

带宽分配

系统带宽由为各个业务所分配的帧的位数来决定。由于帧长为31.25μs，因此帧中每位对应一个32kb/s系统带宽。系统带宽由OMS或OVS（OTN视频解决方案）以及嵌入式“ 资源管理器 ” 分配给业务。资源管理器是一个嵌入式软件组件（运行在网络中的一个节点上），用于管理属于特定资源域的带宽和及其接口端口，而且它还是网络资源的一个子集，即特定资源管理器可以管理一组接口端口及其带宽。

特征	OTN-X3M-10G	OTN-X3M-2500	OTN-X3M-622
总带宽	9437.184 Mbps	2359.296 Mbps	589.824 Mbps
净带宽	9582.632 Mbps	2326.528 Mbps	570.624 Mbps

表3.3：OTN-X3M特征

收发器类型	编码	线路速度
SONET/SDH		
BORA622-X3M的SFP OTR模块	STM-4c(OC-12)	622.08 Mbps
BORA2500-X3M的SFP OTR模块	STM-16c(OC-48)	2488.32 Mbps(OTN-2500)
BORA10G-X3M-ETX的XFP OTR模块	STM-64(OC-192)	9953.28 Mbps(OTN-10G)

表3.4：OTN-X3M传输编码和线路速度

代码转换
输入到接口卡板的信号被转换为二进位数字格式，再插入到帧中。可以采用不同的转换方式。

• 模数转换
对于模拟语音，使用标准（A律）PCM模数转换。8位码字逐位插入帧中。当然也可使用其他类型的模数转换。

• 数字信号采样
对输入数据流进行采样，接着将其插入OTN帧。

• 数字信号转换
接收的信号作为二进制位流传输（无需采样）。在接收卡板侧，进行反向转换，原始信号得以传输给所连接的终端设备。

信令
OTN以完全透明的方式传输数据。换句话说，原始信号不会改变。对于某些类型的业务，OTN提供状态告警或附加信令（如振铃、摘机），由此在帧中占用一些附加位。

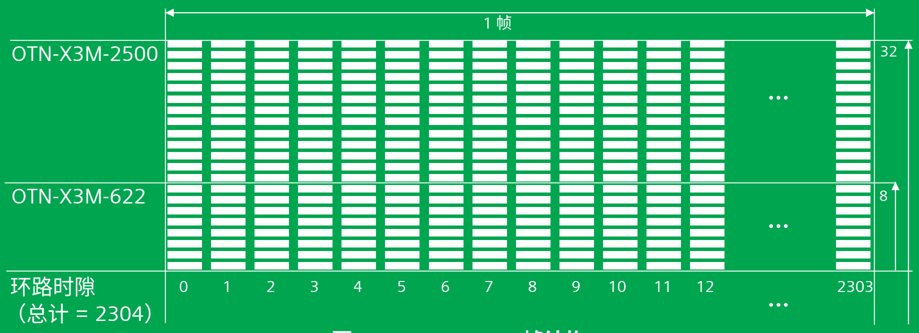


图 3.12：OTN-X3M帧结构

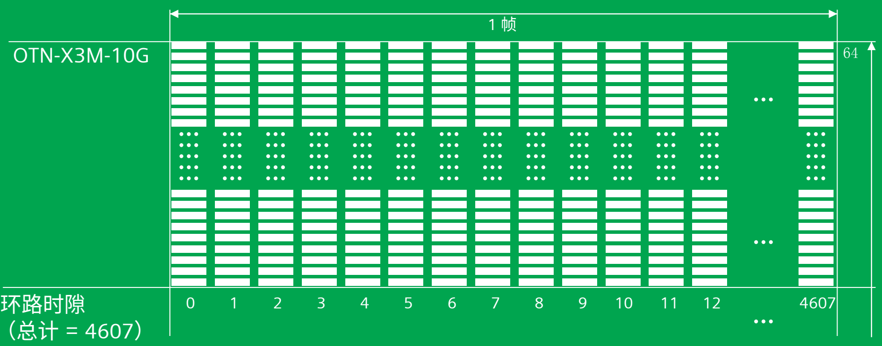


图 3.13：OTN-X3M-10G帧结构

3.2.4 系统容错和恢复

使用并行光纤的双环路结构加上每个节点的控制算法，提供了一种独特的“ 热备用 ”或自愈能力。即使发生故障时，由于光纤传输路径的自动重构功能，系统仍将运行。

节点可以同时检测输入光信号丢失和失步。

每个节点根据自身的输入状态以及从其他节点处收到的信息，自主决定重新配置。

该机制确保所有节点切换到备用环路，或其中两个节点决定同时环回以创建新的逻辑环路。

OMS是否在线或者激活不会影响环路的重新配置。当然，系统重新配置时会通知OMS，OMS将做记录。在OMS的网络图中，故障或故障区间将以不同颜色显示。

网络自愈机制显示在图3.15-3.19中，表示OTN-X3M如何应对硬件故障或断纤

备用环路故障
网络通常运行在主环路上（图中为顺时针）。备用环路上的故障不会导致网络重新配置。但是该故障会显示在OMS屏幕上。

主环故障
主环故障（如断纤或光收发器故障）将迫使网络切换到备用环路（图3.16中为逆时针方向）。所有节点检测到激活环路失步，据此自动切换到备用环路（参见图3.16）。

光缆中断
当双链路的两根光纤断路时，检测到故障的两个节点（如图3.17中节点D和C）将把收到的信息从它们的激活环路输入端环回到备用环路输出端，反之亦然。其他节点保持它们在激活环路上的传输。新的配置保持所有节点继续组成完整的“ 逻辑 ”环路。

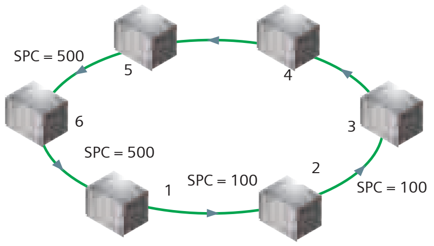


图 3.14：OTN-X3M 环路启动

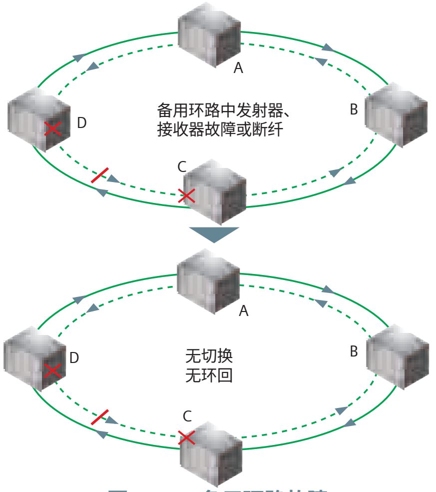


图 3.15：备用环路故障

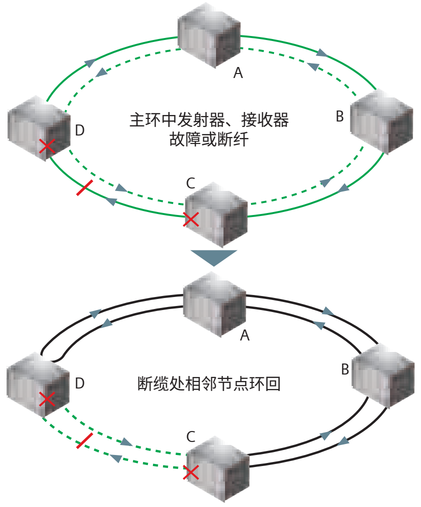


图 3.16：主环故障

节点故障

检测到故障节点时，与故障节点相邻的两个节点将执行环回。

从激活环路中收到的信息被注入到备用环路（图3.18，节点C），反之亦然（节点A）。如此可以隔离故障节点，而且由二条光纤构成一个重叠环路。隔离故障节点的目的是构建一个新的逻辑环路。

多重故障

如果多重故障同时发生，环路将分为多个子环。每个子环路内节点间的所有连接仍然保持运行（见图 3.19）。

网络不可用

网络在重新配置（typ.<50ms）和启动（冷启动典型值<10s）过程中短时间内不可用。直到环路同步后，才会为接口分配带宽。

OMS和恢复

本节所描述的机制均无需OMS干预。有任何网络重新配置时，会通报给OMS。

3.2.5　　硬件冗余

公共逻辑卡冗余

N42C节点可以冗余配备BORA-X3M、BORA-ETX 或 BORA-ULM 公共逻辑卡，每张卡板有两个可热拔插的SFP类型的光收发器。

如果在一个节点中安装冗余BORA卡板，则两个BORA均包含有该节点及其连接的全部配置数据。在正常操作中，一个BORA主动控制背板和接口卡，而另一个BORA处于备用模式。两个BORA都有一个专用心跳机制，以控制哪个BORA是激活的，哪个BORA处于备用状态。

N42C/N415 电源单元冗余

N42C/N415节点可以配备一个或两个（冗余）电源单元，以增强节点（负荷分配）的可靠性。如果一个电源发生故障，另一个电源会自动接管。

电源单元有两种不同类型：90至264VAC（包括125VDC）和18至60VDC。冗余电源可以采用任何组合方式。

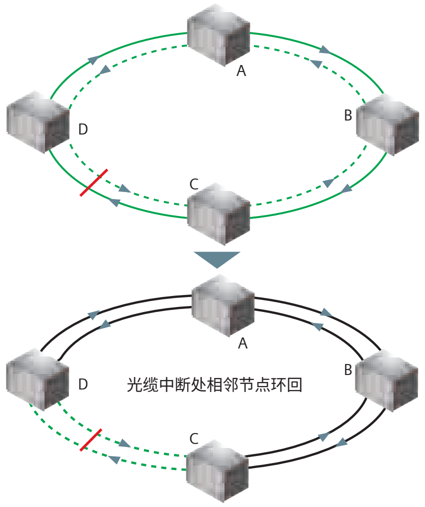


图 3.17：节点间光缆中断

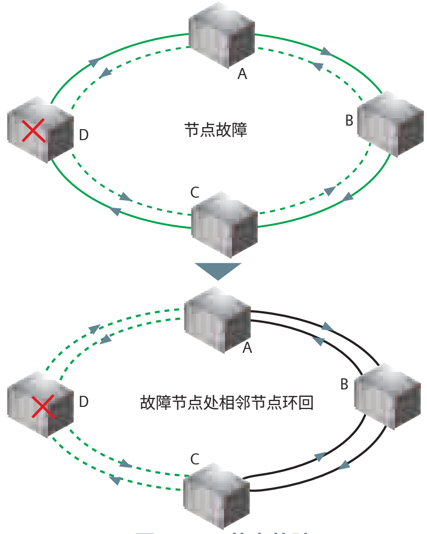


图 3.18：节点故障

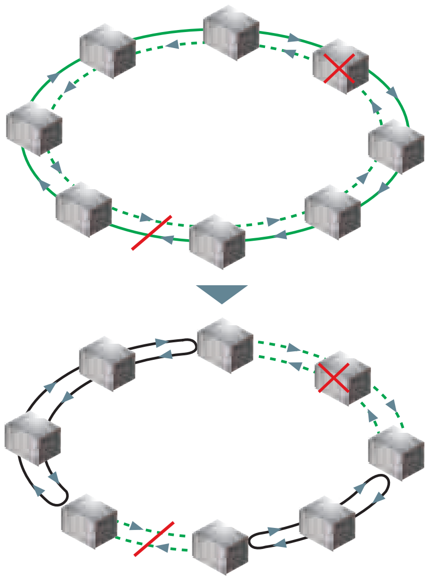


图 3.19：多重故障

第 4 章 | 网络管理

4.1　简介

由于网络不断发展并且变得越来越复杂，高效的管理系统成为必需。OMS（OTN管理系统）允许用户管理单个OTN环路，或由几个OTN和/或OTN-X3M环路组成的网络，这些环路可以使用通用链接模块（ULM）组网。

OTN管理软件提供用户友好方式管理整个OTN网络。网络管理包括硬件模块的配置（硬件管理）、网络上各种业务的创建（连接管理）、网络中发生的问题的监控和记录。

4.2　操作

4.2.1　硬件和软件

OMS在标准PC硬件上运行，在MicrosoftR WindowsR操作系统下操作。

更多详细信息，查询相应OMS版本的OMS手册。

OMS由服务器软件模块和一个或多个客户端软件模块组成。两个软件模块（服务器和客户端）可以在同一个OMS PC上运行，也可以分布在多个PC上（例如1个服务器和2个客户端）。

MicrosoftR WindowsR操作系统是微软公司在美国和/或其他国家的注册商标。

4.2.2　OMS服务器

OMS服务器模块连接OTN硬件，提供与硬件的所有通信。它包含数据库和网络中出现的硬件和业务的管理，还负责网络告警和事件监控。OMS服务器向OMS客户端提供所有这些信息。

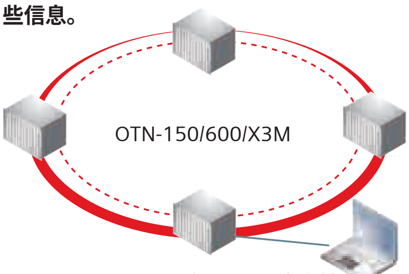


图 4.1：OMS与OTN网络连接

OMS可以采用冗余配置以实现管理系统更高的可用性。在这种情况下，只有一个OMS服务器是激活的并可以对网络进行配置，但可以使用OMS服务器之间的数据库同步功能，追踪主用OMS服务器和备用OMS服务器之间的变化。主用OMS服务器停机或中断与OTN网络的连接时，备用OMS服务器将激活。

4.2.3　OMS 客户端

OMS客户端模块是系统的用户界面（OMS GUI），与OMS服务器交互作用，以用户友好方式将网络信息提供给网络操作员，网络操作员可以配置网络中的硬件和业务。多个OMS客户端可以同时激活。

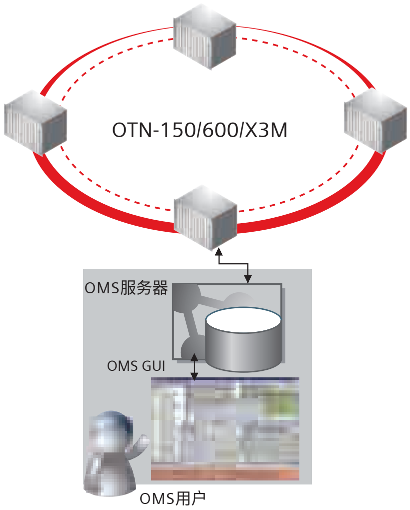


图 4.2：单个客户端的OMS配置

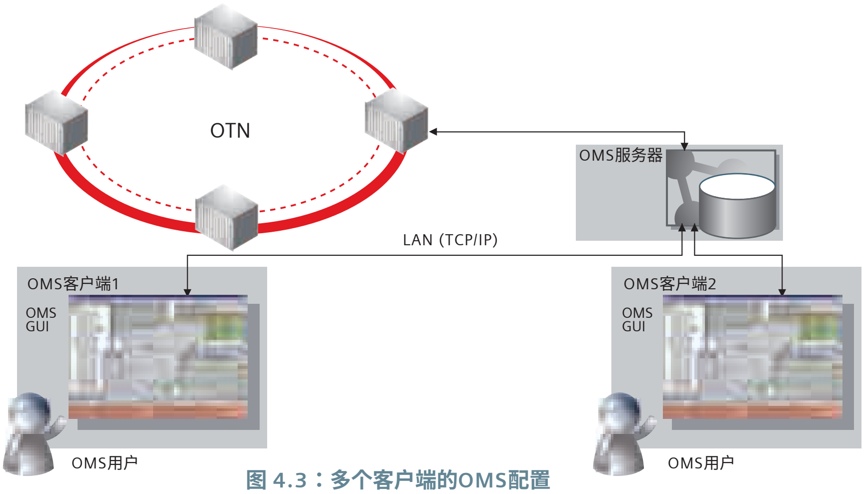


图 4.3：多个客户端的OMS配置

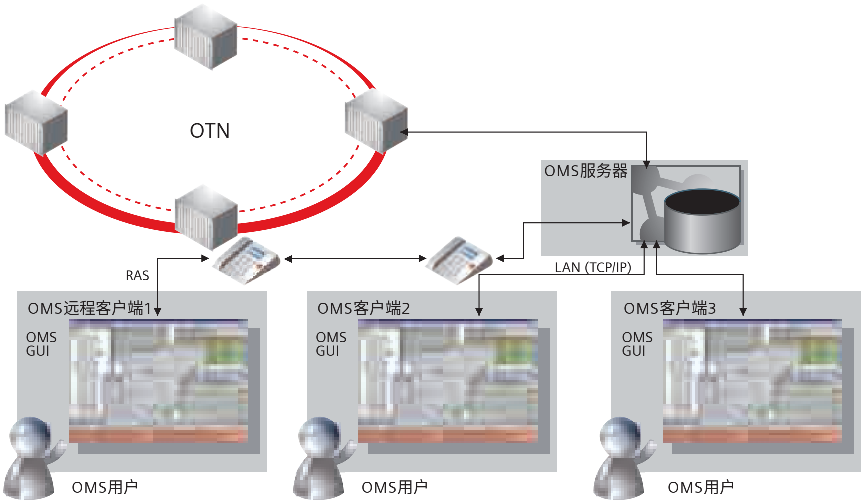


图 4.4：远程客户端OMS配置

4.2.4 可能的配置

单个客户端的OMS配置
图4.2显示了客户端与OMS服务器连接。两个软件模块在一个PC上运行。

多个客户端的OMS配置
多个OMS客户端可以连接到一个OMS服务器上（见图4.3），允许从多个位置或者由多个用户进行网络管理。

远程客户端OMS配置
远程OMS客户端可以通过现代化链路上的TCP/IP连接到OMS服务器。使用这种方式，远程OMS客户端可以远程管理OTN网络（见图 4.4）。

管理多个环路
OMS可以同步管理多个环路（或子网）。这些OTN环路可以通过OTN通用链接模块（ULM）组成一个网络，也可以互不干涉。通过OMS管理的多个环路，每个环路可以采用不同的骨干容量（例如150 Mbps、600 Mbps、2.5 Gbps和10Gbps）。

也可以使用一个平台同时管理OTN-150/600环路和OTN-X3M环路。

4.3 特点

4.3.1 硬件管理

OMS可以用于配置网络的硬件模块，可以很容易地创建和配置节点、公共逻辑卡、光收发器、接口卡板及其子模块。

通用链接模块（ULM）用于互连不同的OTN环路（子网），也可以通过OMS软件进行管理。

网络一旦运行，OMS就可以用于监控硬件模块的运行状态。

4.3.2 连接管理

通过OMS，用户可以创建或者删除网络的业务，通过定义要互连的端口实现连接。OMS将传输信道分配给虚拟点对点或多点业务，以便实现最佳带宽分配。图4.6是PBX及其数字电话机之间的点对点链路示例。

4.3.3 数据库管理

OMS包含网络数据库和各种用户信息，例如子网名称、节点名称、节点配置（使用已经安装的公共逻辑卡和接口卡）、业务、事件和故障指示。

数据库可以用于发生硬件故障，一个或多个节点的数据丢失时恢复网络配置。

通过对网络加载新的数据库，网络配置（业务和硬件设置）可以部分或全部修改。

网络的硬件设置和业务有关的信息永久保存在单个节点，这意味着电源故障清除后节点可以自动重启，而无需OMS的任何干预。

4.3.4 图形用户界面

网络配置通过图形用户界面（GUI）显示给操作员。运用不同色彩使之很容易迅速找出网络中的故障位置。多个视图能够让不同网络部件在OMS屏幕上进行同步监控（图4.7）。不同视图提供一般网络概述和接口端口等详细信息。

OMS指令依靠菜单、对象和鼠标加以实施。所有命令可以通过点击相关字段的鼠标进行激活，并通过键盘输入其他信息。

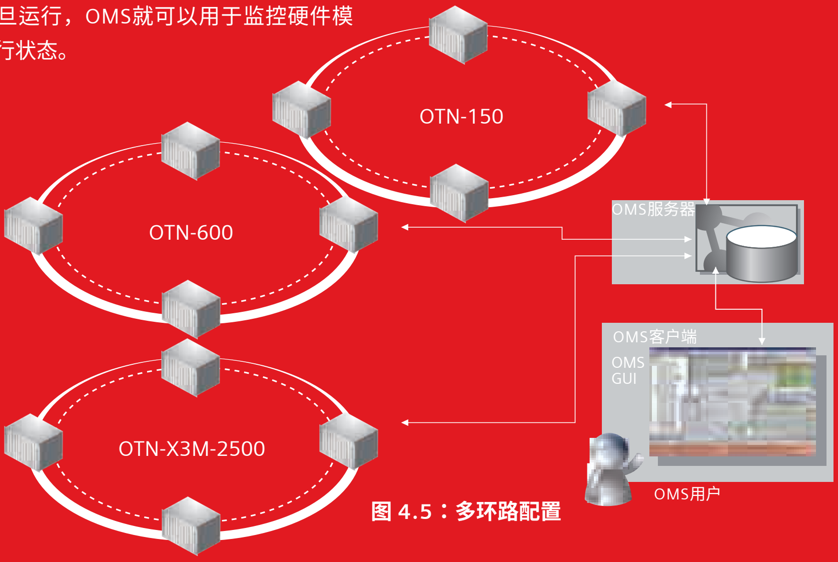


图 4.5：多环路配置

4.3.5 监控和错误报告

正常运行过程中，OMS不断轮询网络中所有OTN节点的状态变化，并将结果与其网络数据库中的当前信息进行比较。如果出现故障或变化，OMS将显示告警消息。OMS屏幕上的信息指示错误的属性和位置，利于进行快速故障清除。

注：针对网络错误的自动保护切换嵌入在节点硬件中。进行切换时，不需要OMS的任何干预，因此即使OMS没有连接网络也会执行故障切换。如果OMS可以运行，用户将获得网络中的所有故障切换通知。

5.3.6 记录网络事件

OMS记录网络中出现的事件，例如同步丢失、网络重新配置、节点故障、接口卡错误和外部告警。还具有扩展报告功能，事件可以显示在OMS GUI上，并保存在OMS数据库。

4.3.7 离线操作

OMS能够让用户预配置网络和业务，而不需要连接到网络，更不需要通过GUI或者使用脚本描述。

正式安装时，通过将准备好的网络数据库下载到OTN节点，网络即可进行（重新）配置。

如果需要新的业务代替已有业务，可以通过OMS对更新业务进行离线预配置，然后按照预配置数据进行物理连接。使用这种方式，网络不可用时间可以限制到最短

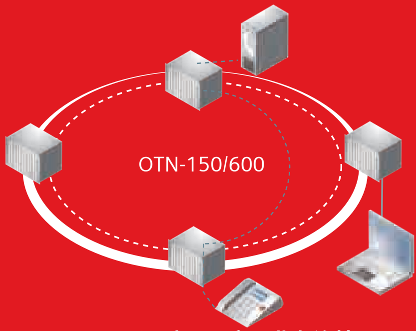


图 4.6：通过OTN实现业务连接

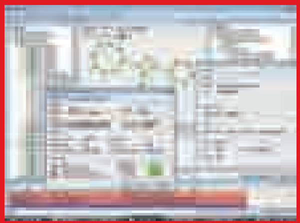


图 4.7：OMS GUI

第 5 章 | OTN视频功能

5.1　OTN视频功能详细描述

OTN-150/600和OTN-X3M网络是非常适合数字视频的应用平台。

OTN网络可以将PAL或NTSC制式的视频信号做数字传输，应用于模拟或基于IP的视频业务。OTN-150/600和OTN-X3M网络采用可靠、安全的方式传送视频信息。最重要的是，这种网络还具有内置视频切换（矩阵）功能。

网络中的MJPEG，MPEG2/4和H.264视频切换功能由OTN视频解决方案（OVS）实现。该OVS软件平台能够与不同的图形用户界面或视频管理系统连接，并与不同类型的摄像机（球机/云台）和其他外围设备（矩阵、DVR、NVR）集成。

外部网络视频管理系统可以连接H.264视频流，并通过HTTP或IGMP（互联网组管理协议）加以控制 。可以通过视频卡板上的HTTP端口由网络视频管理系统直接配置流媒体卡板。流媒体与RTP（实时协议）兼容。

下面我们将更详细的描述几种OTN视频方案。

5.2　OTN-150/600或OTN-X3M将模拟视频输入切换为模拟视频输出

图5.1 显示了简单OTN视频切换网络。模拟摄像机直接连接视频输入卡（MPEG、H.264/AVC或VID4E-IN（M-JPEG））。在输出端，视频输出卡（MPEG、H.264/AVC或VID4E-OUT（M-JPEG））直接连接到模拟监控器和模拟视频墙。（注：MPEG卡和H.264/AVC卡上的视频端口可以配置为输入或输出）。

视频切换通过一个或多个视频管理系统操作员站或视频键盘控制，切换命令由在标准PC和Windows操作系统上运行的OVS软件进行转换。

要建立动态控制视频连接，视频输入卡生成的数字视频信息（MPEG2/4、H.264或M-JPEG）连接到OTN网络上的视频信道。在输出端，该信息发送到相应的视频输出卡，同时数字视频信息（MPEG2/4、H.264或M-JPEG）转换回模拟PAL或NTSC信号。

网络中的每个视频信道可以在256kbps-16Mbps范围设定，具体取决于所需的视频质量和清晰度。

由于采用网络视频切换，所连接的摄像机数量便没有限制。

注：MPEG、VID4E-IN和VID4E-OUT卡板具有4个视频端口。这些卡板可以用于OTN-150/600和OTN-X3M网络。H.264/AVC视频卡具有4个或16个视频端口（输入或输出）二种，仅可以用于OTN-X3M网络。

5.3　OTN-X3M（M-JPEG和MPEG）将模拟视频输入切换为数字视频输出

图5.2基于图5.1所显示的网络，但添加一个新的数字视频输出卡MVIDIP。

操作与上面的描述相同，但在输出端有所不同，视频信息发送到相应的MVIDIP输出卡，同时将数字视频消息（MPEG2/4 或 M-JPEG）映射为UDP或RTP IP视频流。

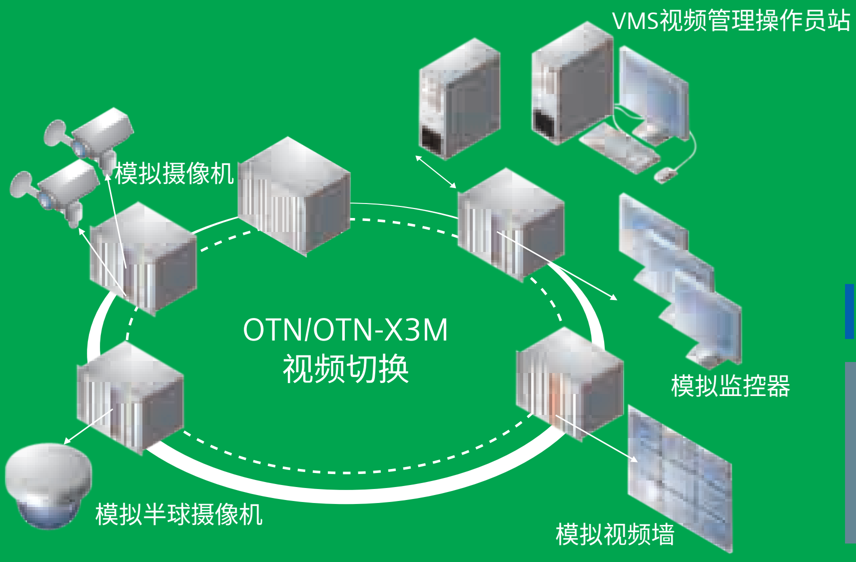
使用该卡，最多60路MPEG或M-JPEG数字视频流可以转换为UDP或RTP IP单播/组播格式。该IP视频流可以与数字视频墙或其他数字视频设备直连，例如PC或网络视频存储器。

5.4　OTN-X3M (H.264) 将模拟视频输入切换为数字视频输出

H.264/AVC视频卡使用OTN-X3M环路上的直接流媒体（见图5.4）。这种情况下，视频卡之间的以太网网段（流媒体网段）用于传输H.264上的RTP流。流媒体网段的最大容量，HX模式是196Mbps、HX4模式是784Mbps。在OTN-X3M-2500网络中，N42C机箱最多可以在单个流媒体业务中配置4张卡板。在OTN-X3M-10G中，采用节点内部带宽最多可以在单个流媒体业务中配置8张卡板（HX和HX4）。需要更多容量时，可以在OTN-X3M网络中编制多个流媒体网段。外部网络视频管理系统可以直接与视频卡连接并进行配置从而控制流媒体。

5.5　OTN-X3M上的IP视频输入和输出

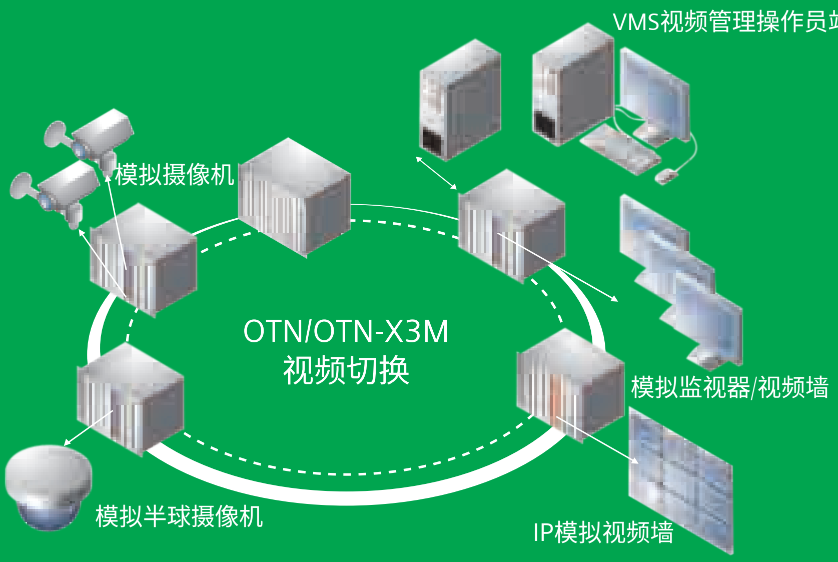
IP摄像机和外部IP视频编解码器可以直接与OTN的ET100(D)AE以太网卡板连接。在视频输出端，ET100(D)AE上采用IP格式传输的数字视频可以和来自MVIDIP或H.264/AVC卡板的数字视频匹配。



MVIDIP IF卡

- 无需任何外部编解码器
- H.264（仅用于X3M)、MPED2/4、M-JPEG
- 传输网络中的视频切换
- 切换、云台、视频墙，均通过OVS控制
- 能够兼容任何品牌的摄像机和监视器

图 5.1：OTN实现模拟视频输入切换为模拟视频输出



MPEG/VID4E 接口卡

MVIDIP 接口卡

- 无需任何外部编解码器
- MPEG2/4或M-JPEG压缩
- 传输网络中的视频切换
- 切换，云台，视频墙，均通过OVS控制
- 传输网络中的IP转换

图 5.2：通过OTN-X3M将模拟视频输入切换为模拟/数字视频输出

5.6 OVS框图

图5.4 显示了OVS的功能框图。OVS的主要任务是：

视频管理系统和视频网络之间的连接

视频管理系统 （VMS)、建筑管理系统或其他设备，例如SCADA PCs (OPC)、控制台和键盘通过以太网或RS422连接到OVS。OVS提供可适配接口，与这些设备交换切换命令、云台控制命令和告警状态数据。

切换命令按相应格式转发到OTN环路或外部视频/音频矩阵，以建立视频/音频输入到输出的相应切换。

当视频网络含有OTN级联环路和/或视频矩阵时，OVS将执行路由功能，以确保为视频网络建立正确路由。

与云台和半球摄像机连接

云台和半球摄像机等设备可以通过OVS及其相应协议进行控制。VMS协议和上述设备所使用协议之间的转换采用UPH脚本进行。

与其他设备集成

OVS可以连接DVR、NVR、视频墙、视频编码器和视频矩阵（纵横），并创建无缝视频解决方案。

事件处理

依靠外部触发指令（例如触点闭合），OVS事件管理器可以自动执行命令，例如切换视频顺序、预置云台摄像机或发送通知等。

冗余

如果需要，OVS服务器及其SQL数据库可以采用冗余配置，为关键视频应用提供更高的可靠性。这种情况下，OTN软件应用网关(OSAG) 监控OVS服务器的状态，当主（激活状态）OVS服务器停机时，启动从（备用）服务器。主OVS和从OVS之间的数据库同步通过MS SQL数据库复制进行处理。

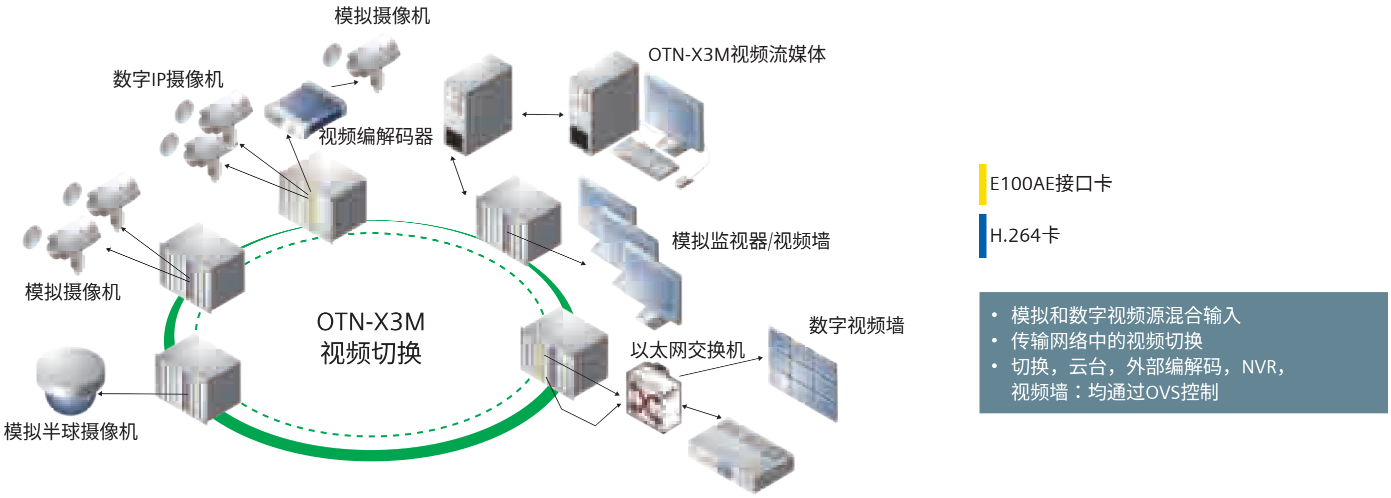
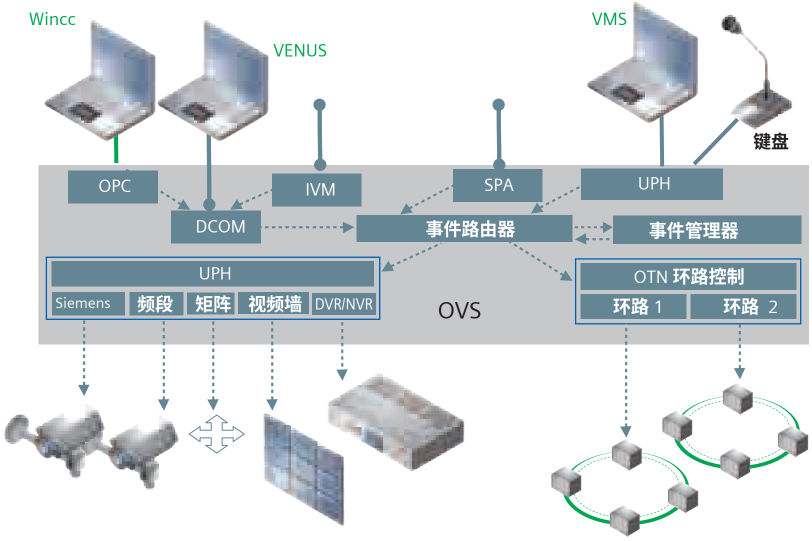


图 5.3：OTN-X3M上的模拟/数字视频输入与模拟/数字视频输出



- OPC = **用于流程控制的**OLE
- OVS = OTN**视频解决方案**
- SPA = **简单的普通**ASCII
- UPH = **通用协议处理器**
- VMS = **视频管理系统**

图 5.4：OVS框图

第 6 章 | 应用范围

6.1 OTN运行环境

OTN非常适合在大型专属区域内集中有各种语音、数据、LAN和视频通信等业务的环境。OTN系统的高可用性举足轻重，要求的指标（混合通信和距离）越高，OTN越适合。

本章概要描述OTN应用范围。关于特定项目的详细描述，可参见“应用说明”。

多年以来，通信技术的地位得到很快提升。现今，通信对于确保众多机构和运营单位的正常运行起着至关重要的作用。

光纤的优势众所周知。光纤能够在很长的距离范围内提供实际上无限制的带宽。光缆敷设相对容易，且不受电磁辐射影响。因此敷设光缆被视为非常安全的投资，近年来光纤的价格急剧下降，光纤实际上已成为一种普通商品。

信息技术时代涌现出众多新的应用，每种应用针对传输系统都有各自的要求。LAN变得越来越重要，PLC等自动化产品广泛普及，数字电话和高质量音频应用非常普遍，视频监控成为重要的应用等。通常所有这些业务都是独立开发的，对传输网络有其自身的要求。OTN是将所有这些业务结合到一个高速、易于管理的光纤网络上的完美解决方案，不管距离如何 。由一个网络承载所有业务传输对系统可用性是一个巨大的挑战，赌注很高，但OTN可以从容应对。OTN能够始终保持正常工作状态，即使出现了故障也不会中断。

OTN系统所提供的功能可以满足对本地骨干网和大型网络的所有要求，尤其适合混合、延伸和专用传输网。让我们来罗列一些典型客户，看看他们为什么对OTN青睐有加。

6.2 OTN应用

6.2.1 地铁与轻轨

地铁或轻轨的整体网络拓扑通常由多条轨道线路或轨道区间组成，由中央控制室掌管线路运营，一个或多个车辆中心负责机车存放和维护。线路长度通常是5 - 30公里，下辖10 - 30车站，每个车站可以有多个站台、人行通道、公共区域、以及维护、作业和监管人员的专属区域。

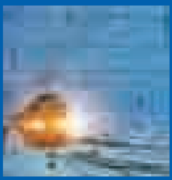
通信骨干网要求

地铁和轻轨环境中需要传输的业务种类很多，包括各种类型的语音通信（行政电话、信息服务、紧急电话）、广播、无线电、SCADA、旅客信息系统、门禁控制、机车监控、售票机、旋转式栅门和CCTV视频监控等。如此**多业务**需要依托于一个**可靠的**通信骨干网，其中多数业务更要求通信骨干网提供**不间断**的可用性。同时轨道运营商倾向于**经济性**的综合解决方案，不仅要降低设备的采购成本，同时高度关注维护和扩容方面的支出。一套系统必须**简单**易用，还要能够灵活地支持新业务的加入并满足带宽扩展要求。乘客安全和安防是每个运营商所关心的问题，因此系统还必须支持高质量的**集成**CCTV。通常所有类型的媒介在中央控制室交汇，工作人员依靠高品质的图象、任何情况下的不间断的控制信号，通过紧急通告和指令系统将信息发送到各个轨道路线设备上。

光缆非常适宜在恶劣环境中（EMC/EMI/RFI）使用，应尽可能减少铜缆的使用。出于冗余目的考虑，最好将两条独立的光缆分置于轨道的两侧。

OTN支持以地铁和轻轨为代表的多业务混合场合。语音、视频、无线电基站、高速局域网以及低带宽串行数据，均可与开放式传输网络的节点直接连接，避免了资源浪费。众多的接口、众多的协议均包含在同一产品中，完全透明的通信，易学、易管理、易维护、易使用。再则它是基于接口和带宽的一个可升级的节点族，用户界面友好的、基于Windows的网络管理系统软件为其提供了灵活性；双光环结构和冗余控制为其提供了优良的适应性。

6.2.2 铁路（客运- -货运）



路客运交通远不是单纯地操纵火车。它包括在交通高峰期如何保障铁路的正常运转，尽可能地减少停运时间，为乘客提供安全舒适的旅行条件，应付各种突发的紧急情况，以及持续地降低运营成本等等。

货运铁路包括将矿石从采矿场运输到港口；确保本地制造或出产的产品能以一种可控的、可靠的运输方式到达任何装载地点或卸载目的地，这些目的地可以在城市附近，在近海处，或边远地区等等。

信息和通信技术推动了铁路的高速发展。电讯、计算机及其软件的最新成果使得铁路系统得以更快捷、更准确，更安全，更经济的方式运转。为了得到一个令人满意的结果，将所有不同的传输、交换、监视和信息系统等诸多要素组合在一个可靠的、集成的通信网络上是不可或缺的。

通信骨干网要求

铁路网络的主要特点是通过尽可能**冗余的**光缆和数字传输系统传输语音、控制数据和视频，并针对不同的适用范围采取不同的**传输容量**设备，例如2-10km铁路编组站，30-300km的铁路沿线或者全国范围等等。货运铁路需要通信干线系统将站点与站点间的通信和轨道交通所需的具体信号装置（例如ATC系统，沿轨道上的无线电基站，侧轨和转辙轨上的信号和视频）结合起来。当前铁路网络基础设施是由一些不同的网络设备/技术所组成的，语音通信亦容纳有不同品牌和技术的PABX。

铁路还拥有一些非常特殊的网络，例如：信号所的语音服务网，应急服务网，调度网，广播网，闭路电视网等等。其中多数系统是基于处理器的，需要与其对应的中央控制室进行通信。SCADA系统也是如此。

许多应用对通信干线的**不间断**运行提出了要求。客运和货运铁路运营商需要一个**经济高效**的解决方案，该方案不仅要考虑采购成本，还必须兼顾维护和扩展。

一套系统必须**简单**易用，还要能够灵活地支持新业务的应用并满足带宽扩展要求。乘客安全和安防是每个铁路部门所关心的问题，因此系统还必须支持高质量的**集成**CCTV。

铁路网络的弹性恢复能力可通过接入到双环路的OTN节点来实现。如此结构使得网络可绕过光缆故障点和故障设备进行工作，而不会影响与正常节点相连接的各种装置，从而实现最佳的网络和铁路可用性。

节点间距可以长达150公里以上，因此可以建立长度超过2000公里的OTN环网。OTN系统的独特功能是视频传输和视频分配。以前铁路网络需要安装两个完全独立的网络，一个用于处理所有的语音和数据，另一个用于视频信号。现在，OTN一个网络即可承载所有的语音、数据和视频业务，而那种过时的网络结构或许将会消失。基于这样一个高效费比的通信干线（包括设备采购和维护费用），铁路运营商依靠OTN以确保货运交通一直处于可控状态，一直可用，永远安全，而客运则可以更快捷，更安全，信息更畅通。

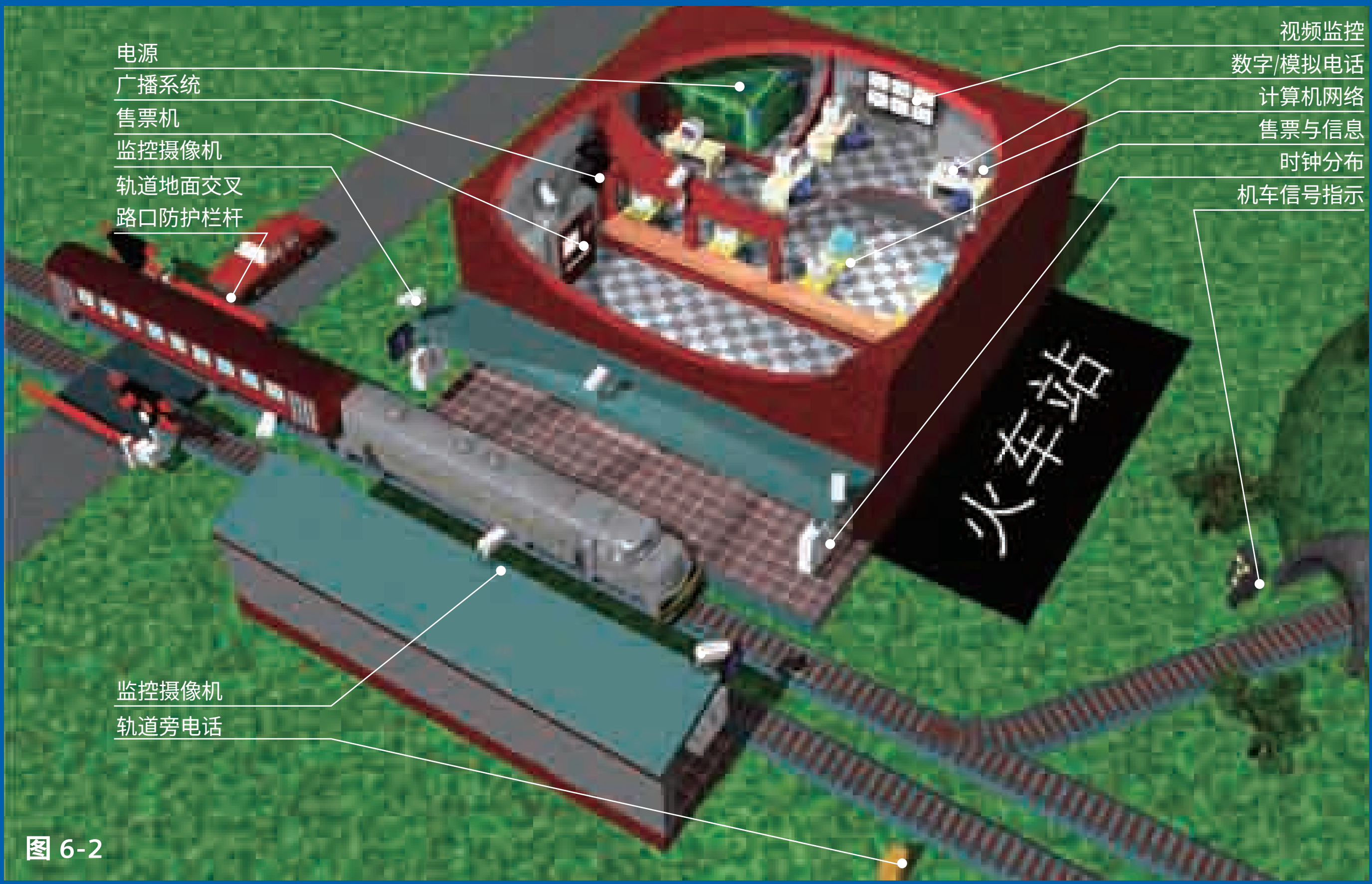


图 6-2

6.2.3 采矿

现代地下矿井或露天矿场均使用光纤传输系统以支持其地下和地面服务（语音、数据、LAN和视频）。

地面控制室可以对水源、压缩空气和配电网络进行监视和控制。安全监控包括火灾和气体泄漏检测及其告警。光纤网络承载自动化解决方案的相关数据和其他通信业务，例如寻呼、漏缆和无线射频通信系统、紧急电话、PABX、LAN和视频监控等。

通信骨干网要求

光纤骨干网系统的常用选择标准是：

开放性——备选系统必须支持当前所有设备，能够适应远期接口和带宽容量方面的扩容需求，业务接口方面应满足各种标准。能够将各种功能集成到一个系统中，而无需组建庞大的专业技术队伍。

决定性特征——深层采矿的主要危险有瓦斯爆炸、塌方、中暑和地震等。在这里，网络系统的响应时间必须控制在可预见的范围内并且保证响应时间最短。因此，拥有大量标准业务接口的时分复用（TDM）系统成为最佳选择。传输实时语音或视频等对时延非常敏感的业务方面，TDM技术远远优于基于信元或分组的系统。

支持多媒体——近年来通信领域两大趋势发展势头强劲。首先，新的通信系统要求增加带宽并提高处理器速度。其次，要求视频应用在处理速度、压缩和数字传输方面更易于管理。

新的应用和产品层出不穷，这些均有利于更安全的环境、更好的工作条件和更好的运营控制。任何类型的视频设备（摄像机、监视器、图像存储、画面分割处理器、复用器）都可以连接到一个通信网络中。

冗余——矿场及其设施的全天候可用性需要一个具有冗余功能的系统。

故障诊断和轻松配置——网络管理系统必须提供方便的故障识别、隔离和告警功能。系统的配置必须直截了当，简单灵活。

光纤在苛刻环境中的使用——矿场对于各种电子设备是一个很苛刻的运行环境，只有最优质设备才能在高温、粉尘和高湿度等特殊条件下正常运行。在此，光纤可以用于PLC互连、不同进程之间的数据通信、电话和无线电通信、局域网和视频传输等。现今大量的电缆、漏缆和可移动缆轴内置有纤芯，由此它们更适合苛刻的矿场环境。光缆敷设、固定和光纤熔接工作已经标准化，完全可以在矿场环境中进行。

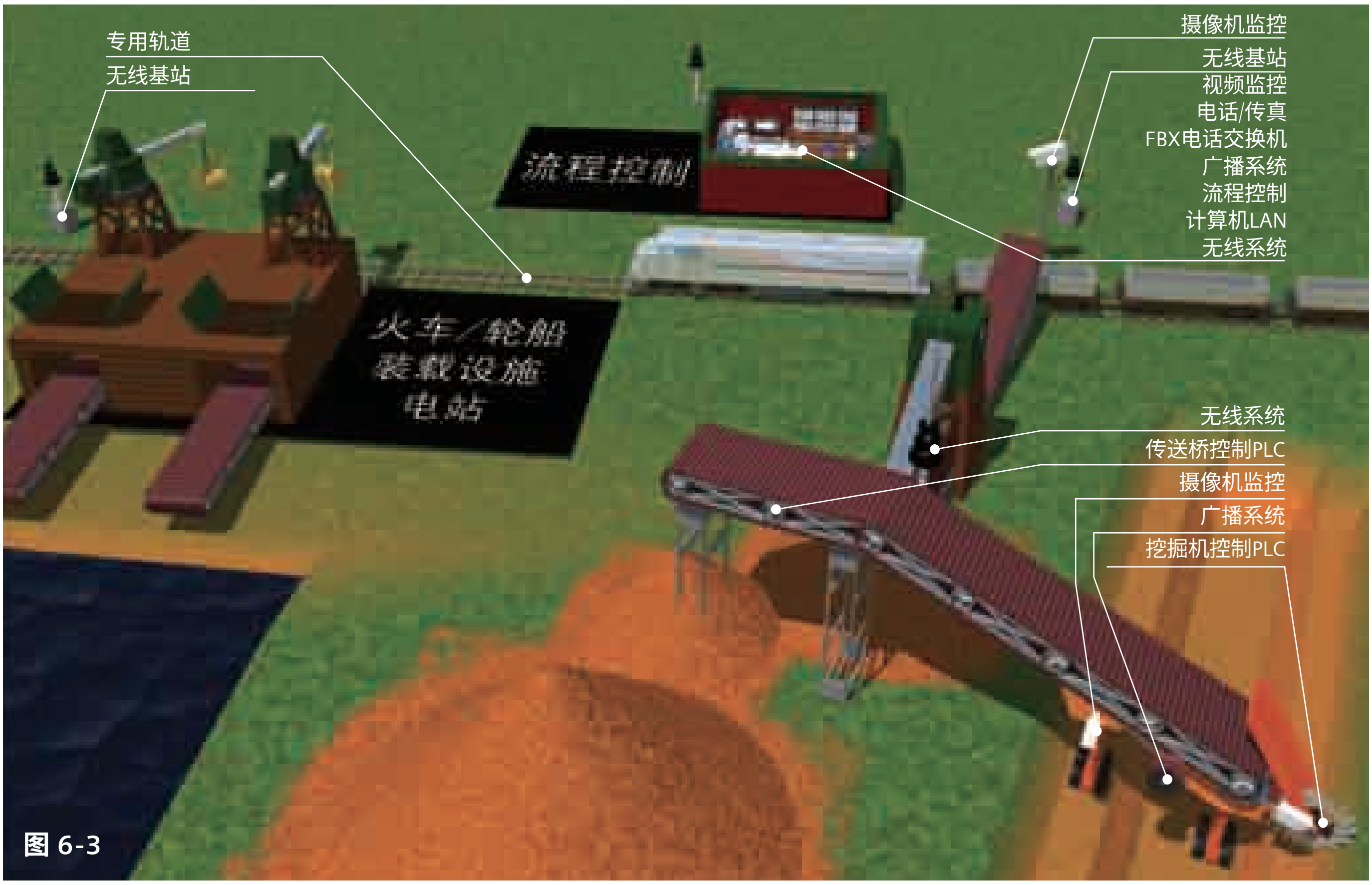


图 6-3

6.2.4 管道

全球范围内敷设有数以千计的用于油、气和水等的输送管道，其单管长度可达1500公里或更长。

为控制液体流动，管道沿线建有各种站点，例如出发站、升压站、 阀站、泵站等。在这些站点中，必须能够获得多种不同类型的服务：电话、广播、数据通信（例如遥控和远程打印），视频监督等等。

很明显井口、支线管道、厂区和中央控制室之间也需要进行混合通信，要求采用第一流的技术并保证在任何情况下系统的正常运转。

通信骨干网要求

管道行业传统的的电信设施是PDH复用器（很多PPT仍然在使用第一代复用设备）、卫星或微波系统。所有这些系统在管道环境中都存在一些弱点，例如带宽/容量不足、可靠性不高、灵活性和可扩展性不够等。

无论是普通的旧式电话或现代的、高尖端的SCADA系统，OTN系统均可以提供一种直截了当的手段连接相关基础设施，从而极大地促进了效率的不断提高。

目前的管道设施可以使用单一网络将所有设备（语音、数据、局域网和视频）相互连接起来，无论桥接的距离有多远。将所有信息汇集到一个灵活的光纤干线上，可以提升在可维护性、安全性和集中式进程控制方面的众多优势，另外还有非常可观的成本节省。

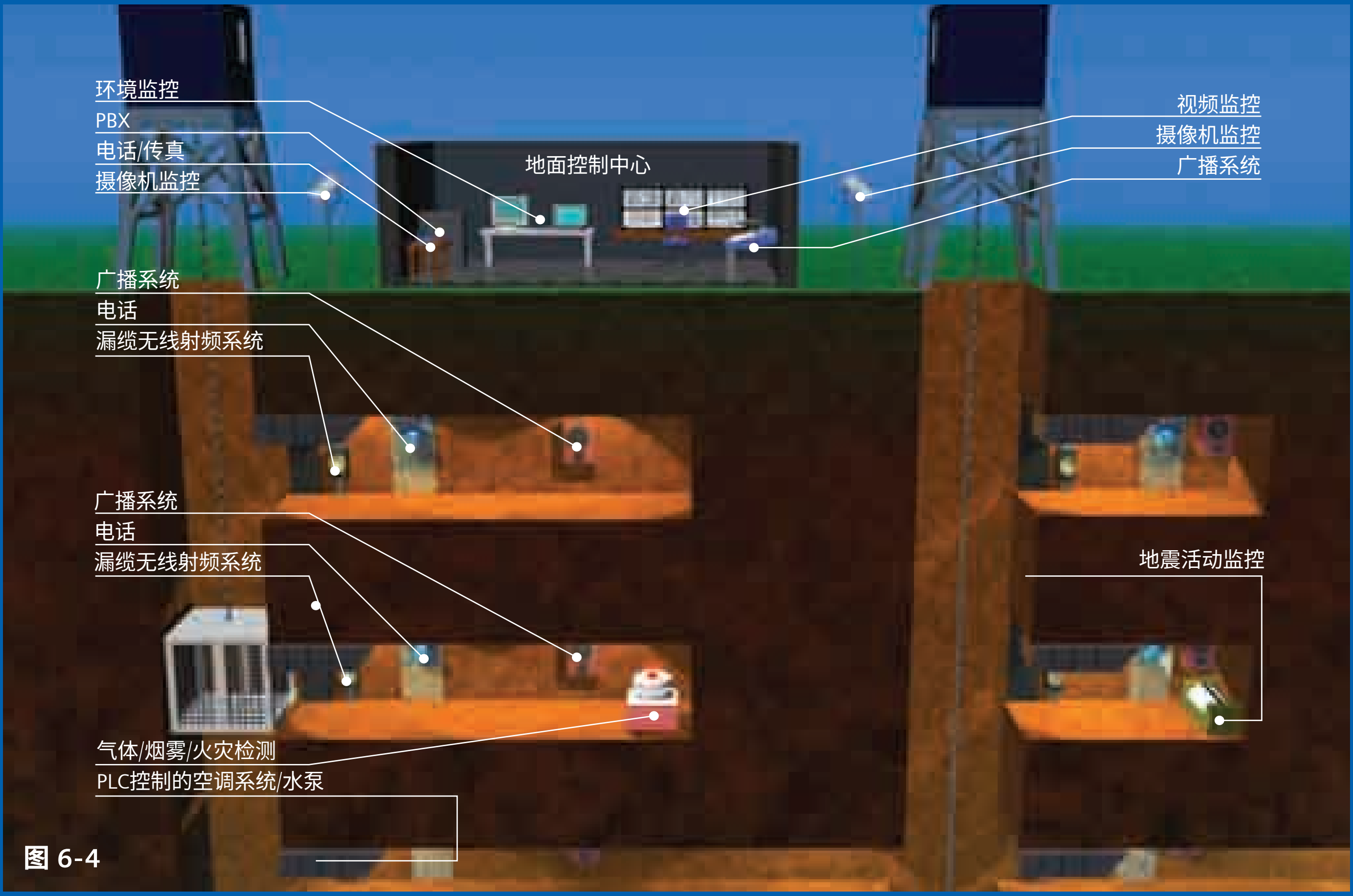


图 6-4

6.2.5 智能交通系统 (ITS)

减少道路交通事故，提高运输效率，改善环境，获取实时信息，更好的资产管理，形象和专业水准等，是交通主管机构的任务指标和日常工作。尽管采取了很多措施减少使用私人交通工具并鼓励向公共交通运输倾斜，车流量还是在逐日增加，而我们已深受其害的拥堵、污染和交通事故并没有得到有效改善。

为提高道路通行率和安全等级，交通部门正在采取更多的具体措施，包括引入可以应对常规和突发事件的机动车道管理系统，以期让道路变得“ 更智能 ”。这种智能交通系统通常含有多个组件，需要依靠高容量通信骨干网，将信息在具体的监控设备/传感器和交通管理中心之间进行传递 。

典型ITS应用包括可变和可更换信息牌（VMS和CMS）、匝道仪控、交通控制信号、超高检测（OHD）、含有固定和云台摄像机的CCTV 、紧急电话等。

隧道中的应用颇为类似，无外乎CCTV、SCADA、PBX、广播、对讲、火灾检测和出入口控制等。

通信骨干网要求

出于各种目的，全世界很多地方都在安装各种各样的机动车道管理系统。采用“ 实时 ”系统可以保证非常迅捷地工作，在其工作过程中几乎没有任何延时迹象。减少纤芯的使用，使之以更高效费比的方式建设干线，顺应典型的交叉应用，并提供弹性恢复能力。

传输系统必须支持CCTV以进行道路监控、流量检测和事故处理。视频信号的数字传输因其技术优势而成为首选：

- 能够在同一网络上进行数据和语音传输
- 轻松切换远程图像
- 通过使用压缩算法（例如H.264）降低传输带宽要求，在一定带宽条件下提供更高的图像质量。

OTN支持半永久视频连接和真正意义的视频切换：任意位置的任意视频输入可以切换到任意位置的任意视频输出，甚至切换为多个位置的多个输出。如此，OTN不仅可以方便地代替传统的中央视频矩阵，同时OTN节点支持预期数据量内的所有传输类别：断续、频繁或连续传输。带宽范围可以设定为150Mbps到10Gbps，系统轻松升级，以适应未来机动车道的扩展。其双环路结构、冗余电源、光学控制和处理器组成高度弹性的通信系统。基于光载波的网络而及其备用设施能够让交通主管机关实现其所需的备份、吞吐量和数据控制水平。

与其他技术相比，OTN减少了设备种类，经济高效，提供有保障的QoS，抗高温和灰尘，并可以提供各种网络拓扑。

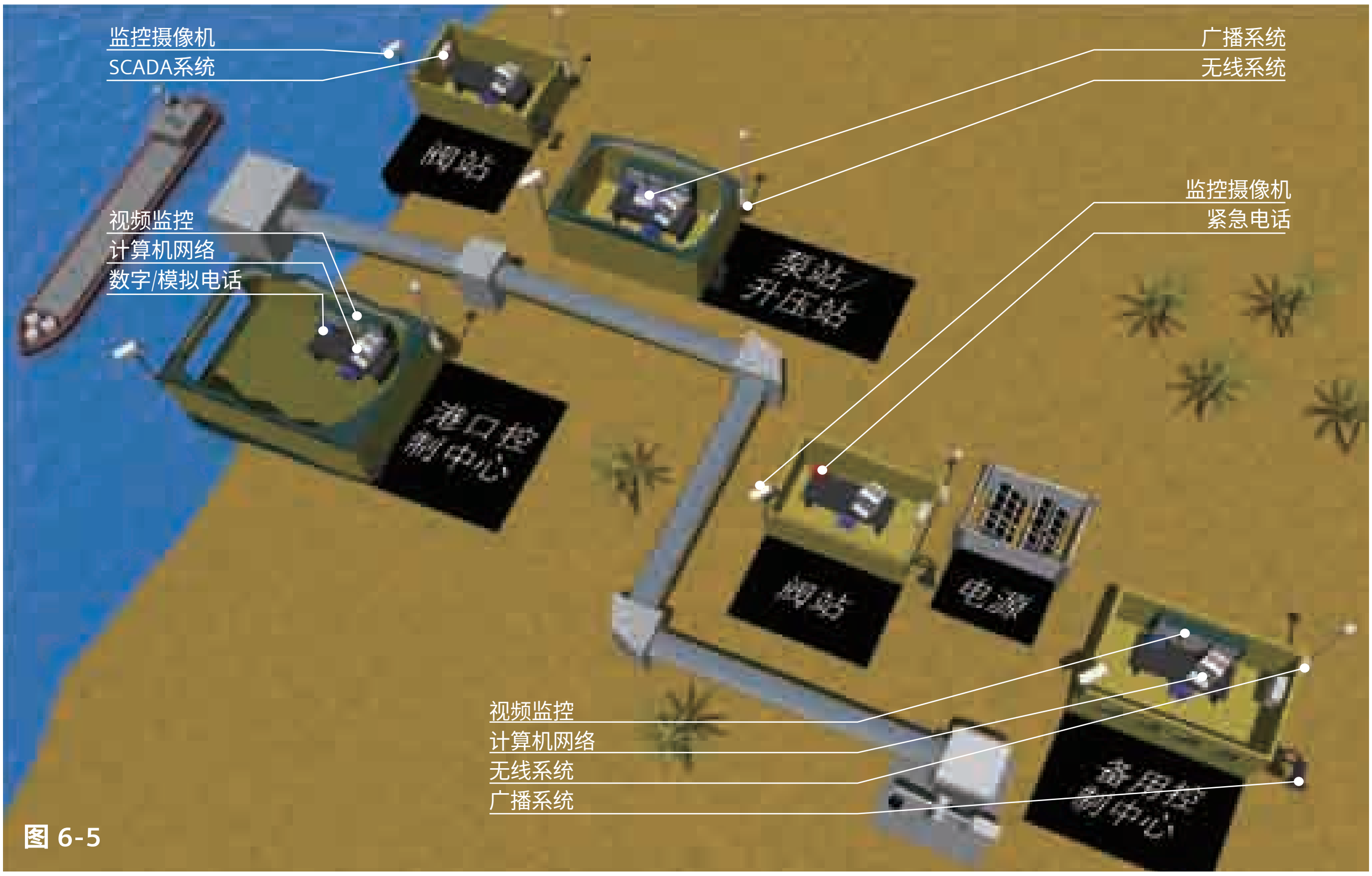
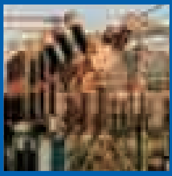


图 6-5

6.2.6 输配电网



电力系统要满足客户的用电需求、维持电网稳定、保证人身和基础设施安全。从各站点采集的信息，必须尽可能快速、可靠地处理。电力公司很早就将光纤用于其办公和控制信息等数据传输。在发电和输配电环节，多个变电站（500kV、220kV、110kV、..）由一个或多个主站控制。这些变电站采用RTU（远程终端单元）与主站建立链接，通常要求具备迂回路由。

除了数据，光纤网络还要支持各种其他信息传递，例如应急控制系统、电话、继电保护、CCTV等。很多设备都是成对配置，例如SCADA、FEP（前端处理器）、RTU等，因此光纤骨干网必须能够采用灵活方式处理连接。

所有类型的信息汇集到中央控制室。运行人员依靠高质量的图像、实时数据信号，在所有情况下及时通过传输网络将指令发送到各种设备。

通信骨干网要求

控制和管理电力系统的大量数据，对通信网络的弹性恢复能力提出了更高的要求。从分组交换机到远程终端单元，所有的SCADA连接装置均要求有双机备份。必须提供灵活的后备网络管理系统以提高可靠性。

庞大且复杂的电力传输系统可以由一套简单的通信系统支撑。该系统足够灵活，适应不断变化的需求，易于安装、管理和维护，并足以应对未来的需求增长。

很多大型电网或供电公司采用同一骨干网实现运营通信需求及其管理流程的LAN/WAN传输，很显然一个网络实现所有功能是经济高效的投资。

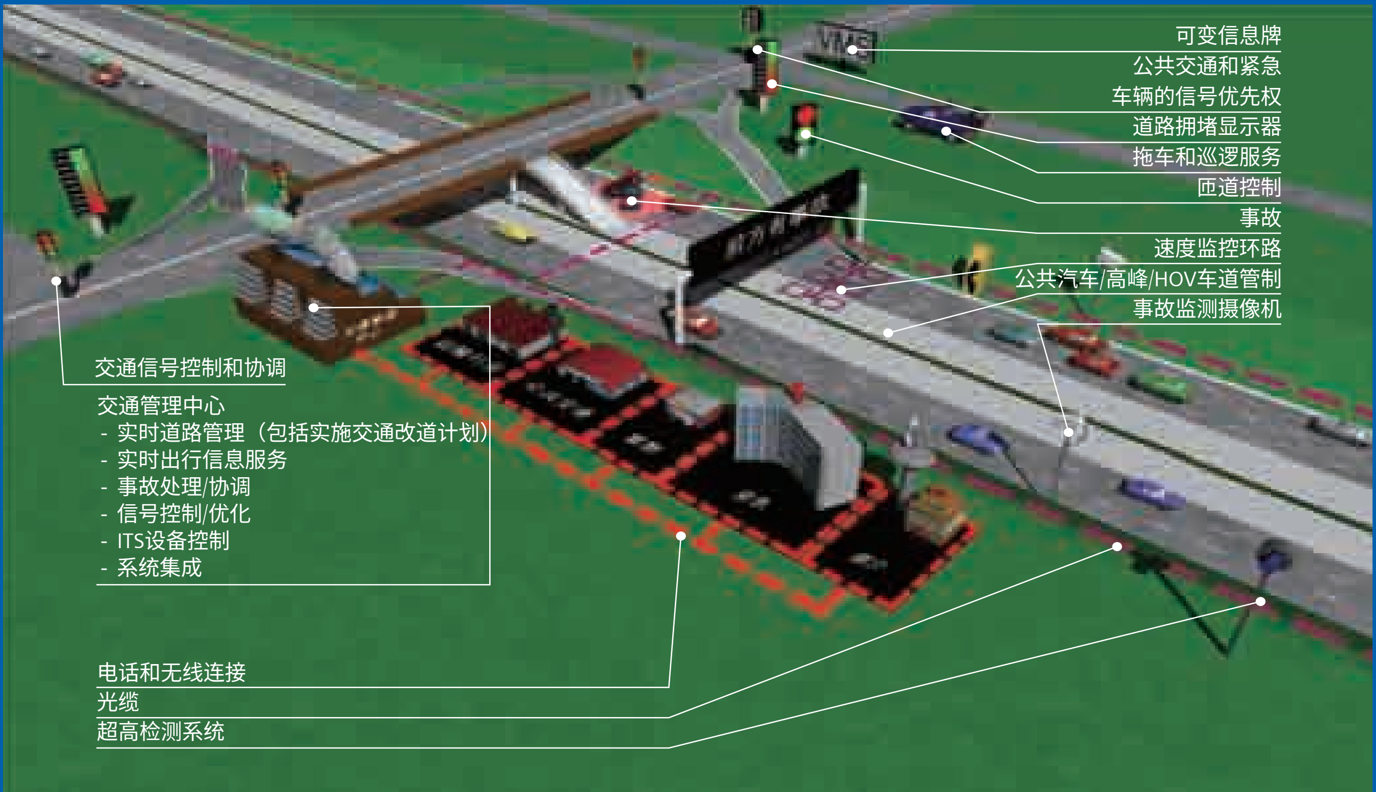


图 6-6

6.2.7　重工业/化工厂

工厂的自动化水平越来越高，它们使用各种各样的自动化制造技术，例如CAD/CAM ，机器人，以及需要实时响应的数控制造流程。

在生产制造环境中，网络的抗噪能力、可靠性和可用性尤为值得关注。

OTN基于光纤技术，具有抗电磁干扰和抗射频干扰的能力，业务之间彼此隔离，专享信道，OTN还可为诸多主流自动化设备提供所有必要的业务接口。出于安全考虑，石化工业中强制采用光纤技术，同时语音、数据、局域网和视频应用缺一不可。

星罗棋布分布在厂区的摄像机需要低成本连接并支持云台控制、远程摄像机配置、告警触点和远程矩阵控制。所有这些信号均可以通过OTN传输，并构成完美组合。在化学工厂中，数据通信被用于远程监控和远程控制，安全是该环境下的主要指标。

光缆弯曲或断裂不会产生火花或其他危险，具备足够的安全优势。适宜在含有燃油、氧气、弹药等物质的区域安装的光纤系统。

6.2.8　港口

越来越多的港口在其整个港区建立光纤骨干网，支持港口内部和外部客户的所有服务。业务数据量非常高：导航和监控系统、气象传感、火灾告警、港口通信、门禁控制、港口管理用的语音和数据系统、建筑物内部温度控制和空调系统等。

除供内部使用之外，通信系统还要为港口内和周边地区的附属服务机构/单位提供通信服务。通常，在港区内部及其周边地区开展业务的公司不会投资建立自身的专用网络，相反，他们会利用港口主管机关所采用的OTN所可能提供的众多业务接口，互连其种服务器和IT设备、对摄像机和监控器进行监控，并且利用语音和低速数据控制远方仓库及其相关职能部门。

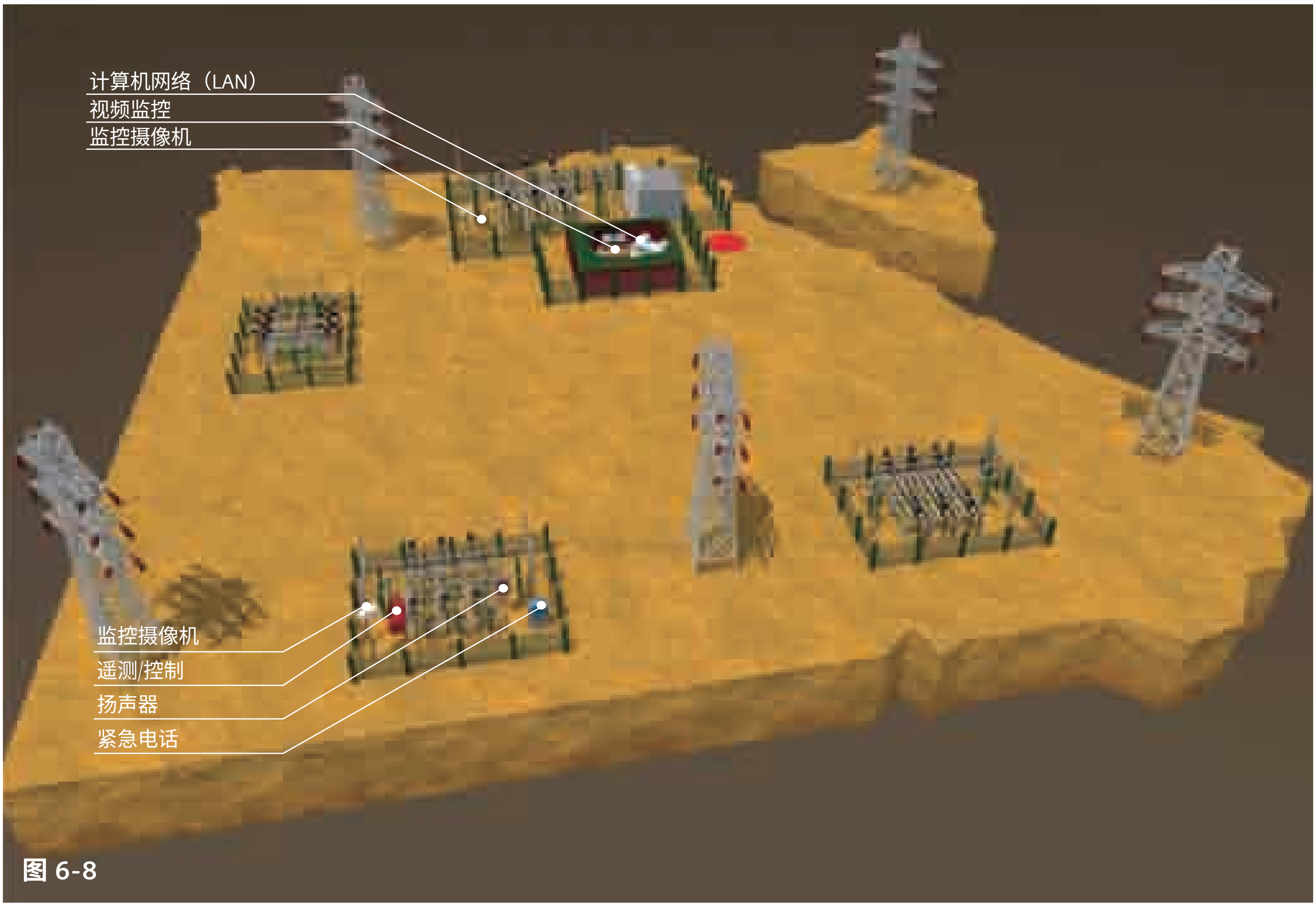


图 6-8

6.2.9 机场

过去，机场内的各种不同的通信业务独立组网，几乎每一种服务都有自己的网络。在新建项目中，越来越多的机场在其管辖区域内建立其光纤骨干网，以支持所有服务。

机场的业务数据量相当大，包括空中导航和监控系统、飞行区域地面照明、气象传感、火灾告警、燃油监控、机场警用通信、门禁控制、机场管理用语音和数据系统、建筑物内部温度控制和调节系统等。

除了供内部使用之外，机场内的商铺承租户、特许经销商和受让人也需要通信服务。OTN的冗余特性、及其与其他外围设备的灵活集成能力使之成为非常合适的选择。借助OTN解决方案可以在机场建立大型监控网络。内置视频切换功能让OTN成为真正的分布式CCTV矩阵，从而降低网络投资成本，并保证服务质量、可靠性、图像数量及其有效控制。

6.2.10 安防和监控网络

安防网络要求有其特定功能以满足安防的特定需求，它必须能够集成所有已有的网络（如ATM，IP，以太网，SONET/SDH和传统的模拟CCTV网络）。这些网络不适合用作安防和监视应用的骨干网络，在多数情况下其抖动和光纤断裂导致的网络重构时间是不能容忍的。

CCTV网络通常通过视频管理系统进行管理，以拖放方式进行视频切换，接入控制，定义网络设置，设定操作员调阅摄像机的权限范围。它还可以将视频监视权和云台控制权分开。OTN具有长距离数字光纤网络的灵活性、弹性恢复能力和覆盖范围，还具有传统模拟CCTV矩阵的功能并保留其高质量图像 。

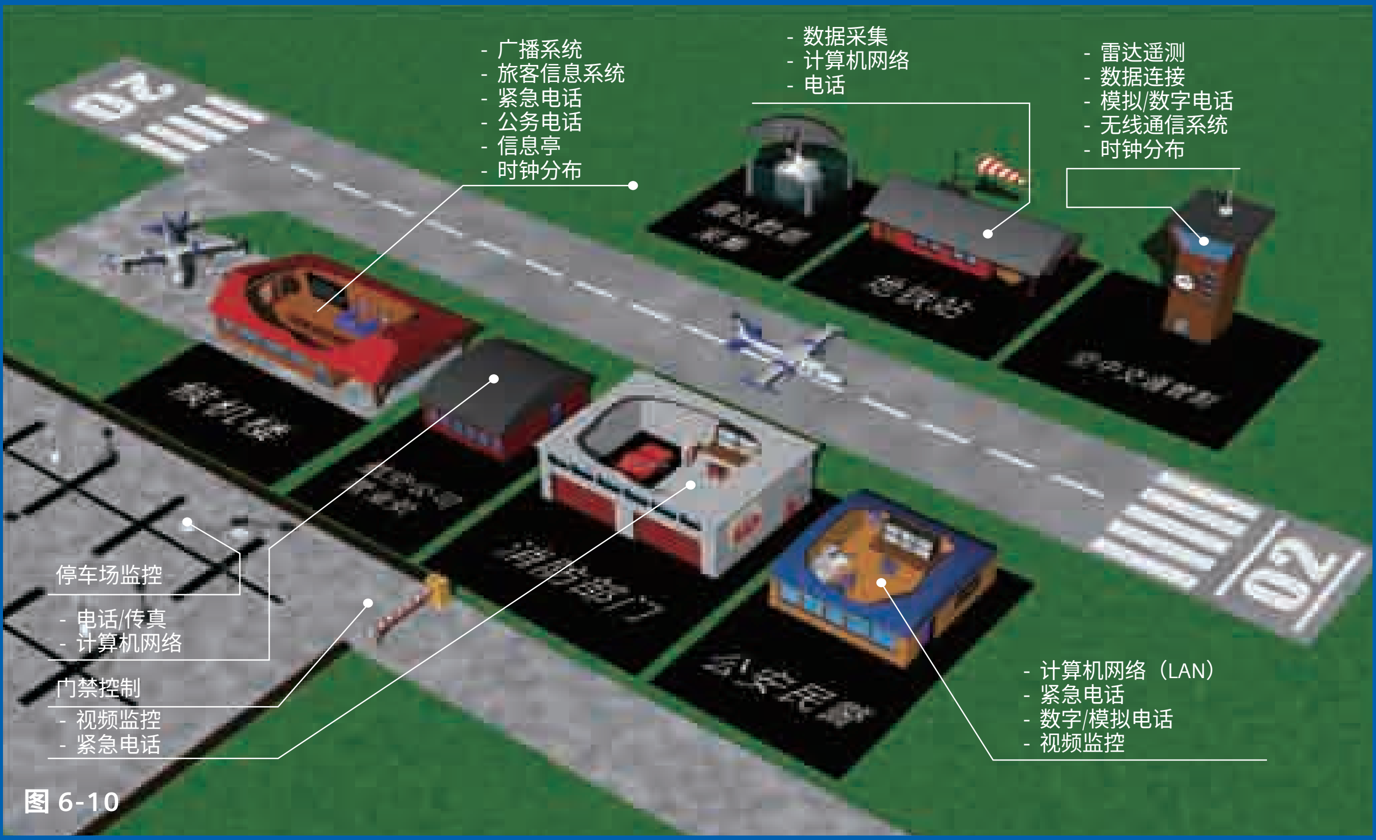


图 6-10

6.2.11 自动化

OTN针对大多数PLC（可编程逻辑控制器）系统和西门子SIMATIC产品线进行了调整，支持以太网（例如SINEC H1）、Profibus（SINEC L2）和其他基于RS485的总线。OTN克服了这些总线固有的距离限制（100公里），同时其他业务可以添加到OTN，而不影响PLC网络。

6.2.12 语音专网

OTN适应所有PBX系统，支持模拟（2线和4线）和数字（例如UP0、S0、2Mbps）接口，是互连PBX和分布在远端的电话终端的完美选择。

6.2.13 有线电视网

有线电视公司通常拥有其自己的光纤基础设施。他们最初采用OTN用于其内部业务延伸和分配，尽管如此，它们中的大多数人打算向前迈进一步，即向专门用户提供电讯服务。

6.2.14 校园网

校园网络复杂，在大面积的专属区域内分布着许多不同的建筑物。具有这种基础架构的公司和校方必须能够提供通信网络以便连接和接入中心或分布式设施，例如PBX、计算机、视频设备等。

选择基于光纤的网络无疑是正确的，它能够克服园区环境中常常遇到的各种问题：

- 不同建筑可能具有不同接地电位，可能引发接地回路问题。
- 大量信息（语音/数据）在不同建筑物之间交换，只有光纤能够做到这一点。

具有灵活的多路复用功能的光纤网络是这种环境条件下的最佳解决方案。的确，这种系统可以确保最高的灵活性（移动和变化）和轻松的网络管理，并保留移植新型业务的能力。

©2010 上海西门子数字程控通信系统有限公司

成立于1993年的上海西门子数字程控通信系统有限公司(SBCS)是中国商务通信基础设施、解决方案和服务的领先供应商之一，隶属于西门子企业通信集团。SBCS致力于向各种规模的企业用户提供全球领先的"无界限"通信解决方案。除了为灵活和IP融合的平台提供通信设施系统外，SBCS还为企业提供久经考验的商务通信解决方案包括呼叫中心、IP语音、统一通信、无线局域网通信。

通信无界限

上海西门子数字程控通信系统有限公司
www.siemens-enterprise.com/cn

上海西门子数字程控通信系统有限公司由西门子股份公司授权使用其注册商标。

本资料为上海西门子数字程控通信系统有限公司全权所有，禁止任何未经授权的复制、印刷和传播。

上海市浦东金桥出口加工区宁桥路931号
邮政编码：201206
售前咨询热线：800 820 0656
售后服务支持：800 820 1115
电子邮件：marketing.sbcs@siemens-enterprise.com
文件编号：OTN_BR_V02